

506 772

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003年9月18日 (18.09.2003)

PCT

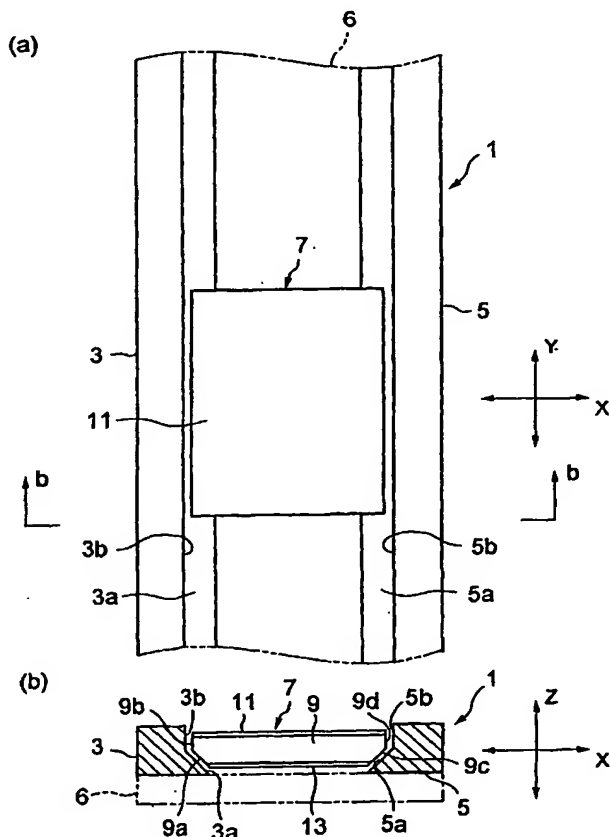
(10) 国際公開番号  
WO 03/076313 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B65G 27/16, 54/00 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アイエイアイ (IAI CORPORATION) [JP/JP]; 〒424-0102 静岡県 静岡市 清水広瀬645番地の1 Shizuoka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/02830 (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤永 輝明 (FUJINAGA, Teruaki) [JP/JP]; 〒424-0102 静岡県 静岡市 清水広瀬645番地の1 株式会社アイエイアイ内 Shizuoka (JP). 山下 嘉文 (YAMASHITA, Yoshifumi) [JP/JP]; 〒424-0102 静岡県 静岡市 清水広瀬645番地の1 株式会社アイエイアイ内 Shizuoka (JP).
- (22) 国際出願日: 2003年3月11日 (11.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
 特願2002-065366 2002年3月11日 (11.03.2002) JP  
 特願2002-065432 2002年3月11日 (11.03.2002) JP  
 特願2002-155189 2002年5月29日 (29.05.2002) JP  
 特願2002-189187 2002年6月28日 (28.06.2002) JP  
 特願2002-188996 2002年6月28日 (28.06.2002) JP
- (74) 代理人: 島野 美伊智 (SHIMANO, Yoshiichi); 〒420-0852 静岡県 静岡市 紺屋町11-6 チサンマンション紺屋町203号 Shizuoka (JP).

[続葉有]

(54) Title: ULTRASONIC LEVITATION DEVICE

(54) 発明の名称: 超音波浮上装置



(57) Abstract: An ultrasonic levitation device, comprising a fixed part (1) and a movable part (7) movably installed on the fixed part, wherein thin ultrasonic vibrators (9, 11, 13) formed by stacking piezoelectric elements on each other are installed on the fixed part or the movable part and, for example, floating surfaces are formed, in sloped surfaces (3a, 5a, 9a, 9c), sheet oscillating devices are installed on the fixed part or the movable part through a column member, or the direction of the ultrasonic vibration of the fixed part or the movable part is changed by a vibrating direction changing means, whereby the movable part can be floated through the floating surfaces by the ultrasonic vibration of the fixed part or the movable part.

[続葉有]

WO 03/076313 A1



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

固定部（１）と、該固定部に対して移動可能に設置された可動部（７）とを具備し、固定部側または可動部側が超音波振動することにより上記可動部が浮上面を介して浮上するように構成された超音波振動装置において、上記固定部または可動部に薄型の超音波振動装置（９，１１，１３）を設けたものである。その際、例えば、浮上面を傾斜面（３ａ，５ａ，９ａ，９ｃ）としたり、圧電素子を積層させてなる超音波振動装置を上記固定部または可動部に取り付けたり、面状発振装置を柱部材を介して上記固定部または可動部に取り付けたり、上記固定部または可動部における超音波振動を振動方向変換手段を介して方向変換するように構成したものである。

## 明細書

## 超音波浮上装置

## 5 技術分野

本発明は超音波浮上装置に係り、特に、ガイド機構の構成を改良することにより直動又は平面案内を実現するように工夫すると共に、装置の大型化を来すことなく浮上安定性や浮上剛性の向上を図ることができるように工夫したものに関する。

10

## 背景技術

超音波振動を利用した超音波浮上装置は、非接触であって摩耗や潤滑剤による環境汚染がないために、クリーンルーム環境や精密位置決め用途に好適なものとして考えられている。そのような超音波浮上装置としては、例えば、特開平 7-196127 号公報、特開平 11-301832 号公報に開示されたようなものがある。特に、上記特開平 7-196127 号公報には、いわゆる「ランジュバン型」と称される超音波振動子を使用した超音波浮上装置が開示されている。

上記従来構成によると次のような問題があった。

すなわち、特開平 7-196127 号公報及び特開平 11-301832 号公報に開示されている超音波浮上装置の場合には、特に、直動案内機構を伴った構成として開示されてはおらず、よって、実際に実施しようとした場合には、可動部を安定した状態で浮上させて所望の方向に移動させることはできないものである。

又、特開平 7-196127 号公報及び特開平 11-301832 号公報に開示されている超音波浮上装置の場合には、大振幅での超音波発

振ができないために安定した浮上を可能にするようなものではなく、具体的には、浮揚体が大きかったり、浮上面において高い平面度が要求されたり、或いは浮上量のフィードバック制御が必要になるという問題があった。

- 5 又、特開平 7-196127 号公報に開示されている「ランジュバン型」の超音波振動子の場合には背が高くなってしまって装置のコンパクト化を図ることができないという問題があった。又、背が高いことに起因してスライダ（可動部）の重心が高くなり動作の安定性も損なわれるおそれがあった。
- 10 本発明はこのような点に基づいてなされたものでその目的とするところは、特に複雑な構成を要することなく直動又は平面案内機能を備えると共に、装置の大型化を来すことなく浮上安定性や浮上剛性の向上を図ることができる超音波浮上装置を提供することにある。

## 15 発明の開示

- 上記目的を達成するべく本願発明の請求項 1 による超音波浮上装置は、固定部と、上記固定部に対して移動可能に設置された可動部と、を具備し、上記固定部又は可動部が超音波振動することにより上記可動部が浮上面を介して浮上するように構成された超音波浮上装置において、上記
- 20 固定部又は可動部に薄型の超音波振動装置を設けたことを特徴とするものである。

又、請求項 2 による超音波浮上装置は、請求項 1 記載の超音波浮上装置において、上記浮上面を傾斜面としたことを特徴とするものである。

- 又、請求項 3 による超音波浮上装置は、請求項 2 記載の超音波浮上装置において、上記固定部は固定部側ガイド部を備えており、一方、上記
- 25 可動部も上記固定部側ガイド部に対応する可動部側ガイド部を備えてお



り、上記固定部側ガイド部を凹状又は凸状に形成すると共に上記可動部側ガイド部を凸状又は凹状に形成したことを特徴とするものである。

又、請求項 4 による超音波浮上装置は、請求項 2 又は請求項 3 記載の超音波浮上装置において、上記固定部は上記可動部を左右から案内する  
5 一对の固定部側ガイド部を備えていて、上記一对の固定部側ガイド部は上方に向かって拡がるように設けられた傾斜浮上面を備えていて、一方、上記可動部は上記一对の固定部側ガイド部の傾斜浮上面に対向する傾斜浮上面を左右に備えていることを特徴とするものである。

又、請求項 5 による超音波浮上装置は、請求項 3 記載の超音波浮上装置  
10 において、上記固定部側ガイド部を 2 個の傾斜面によって凹状又は凸状に形成し、上記可動部側ガイド部を 2 個の傾斜面によって凸状又は凹状に形成したことを特徴とするものである。

又、請求項 6 による超音波浮上装置は、請求項 1 ～請求項 5 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記固定部又は可動部を圧電部材から構成するようにしたことを特徴とするものである。  
15

又、請求項 7 による超音波浮上装置は、請求項 1 ～請求項 6 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記固定部又は可動部は圧電素子を積層させた超音波振動源を備えていることを特徴とするものである。

又、請求項 8 による超音波浮上装置は、請求項 1 ～請求項 7 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記可動部の振動装置が超音波振動するように構成し、上記振動装置は超音波振動する振動板と該振動板の左右に設けられた一对の可動部側ガイド部を備えていて、上記振動板と  
20 一对の可動部側ガイド部の厚さを異ならせたことを特徴とするものである。

又、請求項 9 による超音波浮上装置は、請求項 8 記載の超音波浮上装置において、上記振動板は圧電材料から構成されていることを特徴とす  
25

るものである。

又、請求項 10 による超音波浮上装置は、請求項 8 又は請求項 9 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記振動板と上記一对の可動部側ガイド部は別々の部品として製造されるものであることを特徴とするものである。

又、請求項 11 による超音波浮上装置は、請求項 1 ～請求項 10 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記可動部は上記振動装置に対して柱部材を介して一体化された可動部本体とを備えていて、上記柱部材が上記振動装置の中心軸上に配置されていることを特徴とするものである。

又、請求項 12 による超音波浮上装置は、請求項 11 記載の超音波浮上装置において、上記柱部材は上記振動装置の端より突出・配置された突出部に接続されていることを特徴とするものである。

又、請求項 13 による超音波浮上装置は、請求項 12 記載の超音波浮上装置において、上記振動装置の突出部と振動板との接続部が上記突出部の幅より狭いことを特徴とするものである。

又、請求項 14 による超音波浮上装置は、請求項 1 ～請求項 13 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記固定部及び又は可動部に吸着防止用突起を設けたことを特徴とするものである。

又、請求項 15 による超音波浮上装置は、請求項 11 ～請求項 14 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記柱部材はその全て又は一部が粘弾性体材料から構成されていることを特徴とするものである。

又、請求項 16 による超音波浮上装置は、請求項 1 記載の超音波浮上装置において、上記超音波振動装置は圧電素子を積層させてなるものであることを特徴とするものである。

又、請求項 17 による超音波浮上装置は、請求項 16 記載の超音波浮

上装置において、上記超音波発生装置を上記固定部又は可動部に複数個取り付けたことを特徴とするものである。

又、請求項 18 による超音波浮上装置は、請求項 17 記載の超音波浮上装置において、上記超音波発生装置を 3 個以上取り付けたことを特徴とするものである。

又、請求項 19 による超音波浮上装置は、請求項 17 又は請求項 18 記載の超音波浮上装置において、上記複数の超音波発生装置は同一円周上に取り付けられていることを特徴とするものである。

又、請求項 20 による超音波浮上装置は、請求項 1 記載の超音波浮上装置において、上記超音波振動装置は面状発振装置であり該面状発信装置を柱部材を介して上記固定部又は可動部に取り付けた構成としたことを特徴とするものである。

又、請求項 21 による超音波浮上装置は、請求項 20 記載の超音波浮上装置において、上記面状発振装置はバイモルフ型圧電素子又はユニモルフ型圧電素子を振動板に接合した構成になっていることを特徴とするものである。

又、請求項 22 による超音波浮上装置は、請求項 20 又は請求項 21 記載の超音波浮上装置において、上記柱部材は 2 個以上であることを特徴とするものである。

又、請求項 23 による超音波浮上装置は、請求項 20～請求項 22 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記面状発振装置上にリブが設けられていることを特徴とするものである。

又、請求項 24 による超音波浮上装置は、請求項 20～請求項 23 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記柱部材やリブの間隔は振動波長の概略  $1/2$  の整数倍に設定されていることを特徴とするものである。

又、請求項 25 による超音波浮上装置は、請求項 20～請求項 24 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記柱部材やリブは面状発振装置の外縁より内側に配置されていることを特徴とするものである。

又、請求項 26 による超音波浮上装置は、請求項 25 記載の超音波浮上装置において、上記柱部材やリブと上記面状発振装置の外縁との間隔は振動波長の概略  $1/4$  又は振動波長の概略  $\{1/4 + (1/2) \times n\}$  倍、但し  $n$  は整数、に設定されていることを特徴とするものである。

又、請求項 27 による超音波浮上装置は、請求項 1 記載の超音波浮上装置において、上記超音波振動装置は上記固定部又は可動部における超音波振動を振動方向変換手段を介して振動の方向変換をするように構成されたものであることを特徴とするものである。

又、請求項 28 による超音波浮上装置は、請求項 27 記載の超音波浮上装置において、上記振動方向変換手段は超音波振動の振動方向を直角方向に変換するものであることを特徴とするものである。

又、請求項 29 による超音波浮上装置は、請求項 28 記載の超音波浮上装置において、上記振動方向変換手段により変換された主振動の向きが 1 個であることを特徴とするものである。

又、請求項 30 による超音波浮上装置は、請求項 29 記載の超音波浮上装置において、上記振動方向変換手段は L 字型をなす振動方向変換部材であることを特徴とするものである。

又、請求項 31 による超音波浮上装置は、請求項 28 記載の超音波浮上装置において、上記振動方向変換手段により変換された主振動の向きが 2 個であることを特徴とするものである。

又、請求項 32 による超音波浮上装置は、請求項 31 記載の超音波浮上装置において、上記振動方向変換手段は十字型をなす振動方向変換部材であることを特徴とするものである。

又、請求項 3 3 による超音波浮上装置は、請求項 2 7～請求項 3 2 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記固定部又は可動部にはランジュバン型超音波振動子又は積層型圧電素子からなる振動装置が設けられていることを特徴とするものである。

- 5 又、請求項 3 4 による超音波浮上装置は、請求項 3 3 記載の超音波浮上装置において、上記ランジュバン型超音波振動子又は積層型圧電素子は角柱形状をなしていることを特徴とするものである。

- 又、請求項 3 5 による超音波浮上装置は、請求項 2 7～請求項 3 4 の何れかに記載の超音波浮上装置において、上記可動部は柱部材を介して  
10 可動部本体を備えていて、上記柱部材は振動装置の略中央又は振動方向変換手段の略中央に配置されていることを特徴とするものである。

- すなわち、本願発明による超音波浮上装置の場合には、固定部又は可動部に薄型の超音波振動装置を設けたことを特徴とするものであり、それによって、装置の低背化を図って装置のコンパクト化を図らんとする  
15 ものである。

- 又、その際、浮上面を傾斜面としたものであり、それによって、可動部を浮上方向（Z 軸方向）に対して案内するだけでなく、それと直行する X 軸方向に対しても案内することが可能になった。つまり、直動案内が実現されたことになる。それによって、超音波浮上装置の有効的な利  
20 用が促進されることになる。又、所望の直動案内を実現するための構成は極めて簡単なものであり、つまり、装置の大型化や構成の複雑化を来すことなく所望の直動案内を実現することができるものである。

- 又、本願発明による超音波浮上装置は、圧電素子を積層させてなる超音波発生装置を上記固定部又は可動部に取り付けただけのものであり、それによ  
25 って、大振幅での超音波発振が可能になって浮上量を増大させることができるので、固定部側の浮上面の平面度に対する裕度も拡大され、又、

より安定した浮上が可能になる。

又、本願発明による超音波浮上装置は、面状発振装置を柱部材を介して固定部又は可動部に取り付けた構成としたものであり、それによって、背を低くすると共に装置をコンパクトにすることを可能にしたものである。

又、本願発明による超音波浮上装置は、上記固定部又は可動部における超音波振動を振動方向変換手段を介して振動の方向変換をするようにしたものであり、つまり、振動方向変換手段によって振動方向を変換可能に構成することにより、振動源の向きはこれを任意に設定可能となり、よって、例えば、従来高さ方向に振動していた振動源を横向きに配置することが可能になり、それによって、装置の高さを低くしてそのコンパクト化を図ることができると共に、動作の安定性の向上を図ることができる。

## 15 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1の実施の形態を示す図で、第1図(a)は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第1図(b)は第1図(a)のb-b断面図である。

第2図は、本発明の第2の実施の形態を示す図で、第2図(a)は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第2図(b)は第2図(a)のb-b断面図である。

第3図は、本発明の第3の実施の形態を示す図で、第3図(a)は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第3図(b)は第3図(a)のb-b断面図である。

第4図は、本発明の第4の実施の形態を示す図で、第4図(a)は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第4図(b)は第4図(a)のb-b

b 断面図である。

第 5 図は、本発明の第 5 の実施の形態を示す図で、第 5 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 5 図 (b) は第 5 図 (a) の b - b 断面図である。

5 第 6 図は、本発明の第 6 の実施の形態を示す図で、第 6 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 6 図 (b) は第 6 図 (a) の b - b 断面図である。

第 7 図は、本発明の第 7 の実施の形態を示す図で、第 7 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 7 図 (b) は第 7 図 (a) の b - b 断面図である。

10

第 8 図は、本発明の第 8 の実施の形態を示す図で、第 8 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 8 図 (b) は第 8 図 (a) の b - b 断面図である。

第 9 図は、本発明の第 9 の実施の形態を示す図で、第 9 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 9 図 (b) は第 9 図 (a) の b - b 断面図である。

15

第 10 図は、本発明の第 10 の実施の形態を示す図で、第 10 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 10 図 (b) は第 10 図 (a) の b - b 断面図である。

20 第 11 図は、本発明の第 11 の実施の形態を示す図で、第 11 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 11 図 (b) は第 11 図 (a) の b - b 断面図である。

第 12 図は、本発明の第 11 の実施の形態を示す図で、第 12 図 (a) は超音波浮上装置の可動部の側面図、第 12 図 (b) は第 12 図 (a) の b - b 断面図、第 12 図 (c) は第 12 図 (a) の c - c 矢視図である。

25

第 1 3 図は、本発明の第 1 1 の実施の形態を示す図で、第 1 3 図 (a) は可動部において可動部本体を除く部分の構成を示す側面図、第 1 3 図 (b) は第 1 3 図 (a) の b-b 矢視図、第 1 3 図 (c) は第 1 3 図 (a) の c-c 矢視図、第 1 3 図 (d) は第 1 3 図 (a) の d-d 断面図である。

第 1 4 図は、本発明の第 1 1 の実施の形態を示す図で、運動量発生装置の駆動原理を説明するための図である。

第 1 5 図は、本発明の第 1 1 の実施の形態を示す図で、運動量発生装置とストップ装置の特性を示す特性図である。

第 1 6 図は、本発明の第 1 1 の実施の形態を示す図で、運動量発生装置とストップ装置の特性を示す特性図である。

第 1 7 図は、本発明の第 1 2 の実施の形態を示す図で、第 1 7 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 1 7 図 (b) は第 1 7 図 (a) の b-b 断面図である。

第 1 8 図は、本発明の第 1 3 の実施の形態を示す図で、第 1 8 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 1 8 図 (b) は第 1 8 図 (a) の b-b 断面図である。

第 1 9 図は、本発明の第 1 4 の実施の形態を示す図で、第 1 9 図 (a) は超音波浮上装置の可動部の側面図、第 1 9 図 (b) は第 1 9 図 (a) の b-b 矢視図、第 1 9 図 (c) は第 1 9 図 (a) の c-c 断面図である。

第 2 0 図は、本発明の第 1 5 の実施の形態を示す図で、第 2 0 図 (a) は超音波浮上装置の可動部の側面図、第 2 0 図 (b) は第 2 0 図 (a) の b-b 矢視図、第 2 0 図 (c) は第 2 0 図 (a) の c-c 断面図である。

第 2 1 図は、本発明の第 1 6 の実施の形態を示す図で、第 2 1 図 (a)



は超音波浮上装置の構成を示す正面図、第 2 1 図 (b) は第 2 1 図 (a) の b-b 矢視図である。

第 2 2 図は、本発明の第 1 7 の実施の形態を示す図で、第 2 2 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す正面図、第 2 2 図 (b) は第 2 2 図 (a) の b-b 矢視図である。

第 2 3 図は、本発明の第 1 8 の実施の形態を示す図で、第 2 3 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す正面図、第 2 3 図 (b) は第 2 3 図 (a) の b-b 矢視図である。

第 2 4 図は、本発明の第 1 8 の実施の形態を示す図で、第 2 4 図 (a) は第 2 3 図 (a) の a-a 矢視図、第 2 4 図 (b) は第 2 4 図 (a) の b 部を拡大して示す平面図である。

第 2 5 図は、本発明の第 1 9 の実施の形態を示す図で、第 2 5 図 (a) は超音波浮上装置の平面図、第 2 5 図 (b) は第 2 5 図 (a) の b-b 矢視図である。

第 2 6 図は、本発明の第 1 9 の実施の形態を示す図で、第 2 6 図 (a) は面状発振装置の平面図、第 2 6 図 (b) は第 2 6 図 (a) の b-b 矢視図、第 2 6 図 (c) は超音波振動の特性を示す特性図である。

第 2 7 図は、本発明の第 2 0 の実施の形態を示す図で、第 2 7 図 (a) は超音波浮上装置の平面図、第 2 7 図 (b) 図は第 2 7 図 (a) の b-b 矢視図である。

第 2 8 図は、本発明の第 2 1 の実施の形態を示す図で、第 2 8 図 (a) は超音波浮上装置の平面図、第 2 8 図 (b) は第 2 8 図 (a) の b-b 矢視図である。

第 2 9 図は、本発明の第 2 1 の実施の形態を示す図で、第 2 9 図 (a) は超音波浮上装置の平面図、第 2 9 図 (b) は柱部材やリブの位置と超音波振動との関係を示す図である。

第 3 0 図は、本発明の第 2 1 の実施の形態における比較例を示す図で、第 3 0 図 (a) は超音波浮上装置の平面図、第 3 0 図 (b) は柱部材やリブの位置と超音波振動との関係を示す図である。

第 3 1 図は、本発明の第 2 2 の実施の形態を示す図で、第 3 1 図 (a) は超音波浮上装置の平面図、第 3 1 図 (b) は第 3 1 図 (a) の b - b 矢視図である。

第 3 2 図は、本発明の第 2 3 の実施の形態を示す図で、第 3 2 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 3 2 図 (b) は第 3 2 図 (a) の b - b 断面図である。

第 3 3 図は、本発明の第 2 3 の実施の形態を示す図で、第 3 3 図 (a) は可動部の構成を示す側面図、第 3 3 図 (b) は第 3 3 図 (a) の b - b 矢視図、第 3 3 図 (c) は可動部の構成を示す正面図、第 3 3 図 (d) は第 3 3 図 (a) の d - d 断面図である。

第 3 4 図は、本発明の第 2 3 の実施の形態を示す図で、第 3 4 図 (a) は可動部から可動部本体を除いた部分の構成を示す側面図、第 3 4 図 (b) は第 3 4 図 (a) の b - b 矢視図、第 3 4 図 (c) は第 3 4 図 (a) の c - c 矢視図、第 3 4 図 (d) は第 3 4 図 (a) の d - d 矢視図である。

第 3 5 図は、本発明の第 2 4 の実施の形態を示す図で、第 3 5 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 3 5 図 (b) は第 3 5 図 (a) の b - b 矢視図、第 3 5 図 (c) は第 3 5 図 (a) の c - c 矢視図である。

第 3 6 図は、本発明の第 2 5 の実施の形態を示す図で、第 3 6 図 (a) は超音波浮上装置の構成を示す平面図、第 3 6 図 (b) は第 3 6 図 (a) の b - b 矢視図、第 3 6 図 (c) は第 3 6 図 (a) の c - c 矢視図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、第 1 図を参照して本発明の第 1 の実施の形態を説明する。第 1 図は本実施の形態による超音波浮上装置の構成を概念的に示す図であり、

5 第 1 (a) 図は超音波浮上装置の一部平面図であり、第 1 (b) 図は第 1 (a) 図の b-b 断面図である。まず、固定部 1 があり、この固定部 1 は左側ガイド部材 3 と右側ガイド部材 5 とから構成されている。上記左側ガイド部材 3 は、左側傾斜浮上面 3 a を備えていると共にこの左側傾斜浮上面 3 a の上方には垂直面 3 b を備えている。

10 一方、右側ガイド部材 5 も同様の構成をなしており、右側傾斜浮上面 5 a を備えていると共にこの右側傾斜浮上面 5 a の上方には垂直面 5 b を備えている。又、これら左側ガイド部材 3 と右側ガイド部材 5 はベース部材 6 (図中仮想線で示す) に取り付けられているものである。又、左側ガイド部材 3 と右側ガイド部材 5 は、第 1 (a) 図中上下方向、す  
15 なわち、Y 軸方向に延長されているものである。

一方、上記左側ガイド部材 3 と右側ガイド部材 5 との間には可動部 7 が Y 軸方向に移動可能に配置されている。上記可動部 7 は振動板 9 の上下両面に電極部 11、13 を設けた構成をなしていて、上記振動板 9 自体は圧電材料から構成されている。又、上記可動部 7 は既に説明した固定部 1 の左側ガイド部材 3 の左側傾斜浮上面 3 a、垂直面 3 b に対応する左側傾斜浮上面 9 a と垂直面 9 b を備えていると共に、右側ガイド部材 5 の右側傾斜浮上面 5 a、垂直面 5 b に対応する右側傾斜浮上面 9 c と垂直面 9 d を備えている。  
20

そして、可動部 7 が超音波振動することにより、固定部 1、すなわち、  
25 左側ガイド部材 3 と右側ガイド部材 5 に対して、第 1 図 (b) 中上下方向 (Z 軸方向) に浮上することになる。第 1 図 (b) は可動部 7 が浮上

した状態を示しているものである。後は、可動部 7 を Y 軸方向に移動させるための駆動力が作用することにより、Y 軸方向に沿った何れかの側に移動するものである。

以上この実施の形態によると次のような効果を奏することができるものである。

まず、固定部 1 側を構成する左側ガイド部材 3 と右側ガイド部材 5 に左側傾斜浮上面 3 a と右側傾斜浮上面 5 a を設けると共に、可動部 7 側においても、左側傾斜浮上面 9 a と右側傾斜浮上面 9 c を設け、浮上面を傾斜面として構成したので、可動部 7 を浮上方向である Z 軸方向に対して案内するだけでなく、それに直行する X 軸方向に対しても案内することが可能になった。つまり、直動案内が実現されたことになる。それによって、超音波浮上装置の有効的な利用が促進されることになる。

又、所望の直動案内を実現するための構成は極めて簡単なものであり、つまり、装置の大型化や構成の複雑化を来すことなく所望の直動案内を実現することができるものである。

次に、第 2 図を参照して本発明の第 2 の実施の形態を説明する。前記第 1 の実施の形態の場合には可動部 7 側を超音波振動させるように構成したが、この第 2 の実施の形態の場合には固定部 1 側を超音波振動させるように構成したものである。

すなわち、固定部 1 を構成する左側ガイド部材 3 はガイド部材本体 2 1 とこのガイド部材本体 2 1 の上下面に設けられた電極部 2 3、2 5 とから構成されていて、上記ガイド部材本体 2 1 自体は圧電材料から構成されている。

同様に、固定部 1 を構成する右側ガイド部材 5 はガイド部材本体 2 7 とこのガイド部材本体 2 7 の上下面に設けられた電極部 2 9、3 0 とから構成されていて、上記ガイド部材本体 2 7 自体は圧電材料から構成さ

れている。

その他の構成は前記第 1 の実施の形態と同様であり、同一部分には同一符合を付して示しその説明は省略する。

5 以上この第 2 の実施の形態の場合も前記第 1 の実施の形態の場合と同様、所望の直動案内機構を実現することができ、それによって、超音波浮上装置としてのより有効的な実施が可能になるものである。

次に、第 3 図を参照して本発明の第 3 の実施の形態を説明する。この第 3 の実施の形態の場合には、前記第 1 の実施の形態の構成において、固定部 1 の左側ガイド部材 3 の垂直面 3 b を傾斜面 3 c とし、右側ガイド部材 5 の垂直面 5 b を傾斜面 5 c としたものである。又、それに対応するように、可動部 7 側の垂直面 9 b、9 d を傾斜面 9 e、9 f としたものである。

その他の構成は前記第 1 の実施の形態の場合と同じであり、同一部分には同一符合を付して示しその説明は省略する。

15 この第 3 の実施の形態によると前記第 1 の実施の形態の場合と同様の効果を奏することができると共に、直動案内がより確実なものとなるという効果を奏することができるものである。つまり、本来 Z 軸方向の上方に対しては自重が作用するためにガイドを必要とすることはないが、上方からも規制することによってより安定するものである。

20 次に、第 4 図を参照して本発明の第 4 の実施の形態を説明する。この第 4 の実施の形態の場合には、前記第 2 の実施の形態において、固定部 1 の左側ガイド部材 3 の垂直面 3 b を傾斜面 3 c とし、右側ガイド部材 5 の垂直面 5 b を傾斜面 5 c としたものである。又、それに対応するように、可動部 7 側の垂直面 9 b、9 d を傾斜面 9 e、9 f としたものである。

25 その他の構成は前記第 2 の実施の形態の場合と同じであり、同一部分

には同一符合を付して示しその説明は省略する。

この第４の実施の形態によると前記第２の実施の形態の場合と同様の効果を奏することができると共に、直動案内がより確実なものとなるという効果を奏することができるものである。

5 次に、第５図を参照して本発明の第５の実施の形態を説明する。前記第１～第４の実施の形態の場合には、固定部１側又は可動部７側自体を圧電材料で構成する例を示したものであるが、この第５の実施の形態の場合には圧電素子を積層させた超音波振動源を可動部７側に組み込んだ例を示すものである。

10 すなわち、可動部７内には超音波振動源３１が組み込まれていて、この超音波振動源３１は、複数枚の圧電素子３３を積層させた構成になっている。このような構成の超音波振動源３１によって超音波振動を発生させ、可動部７を浮上させるものである。

15 以上、この第５の実施の形態によると前記第１～第４の実施の形態の場合と同様の効果を奏することができると共に、圧電素子３３を積層させた超音波振動源３１を組み込むことにより大振幅を得ることができるようになった。すなわち、従来は電極間に印加する駆動電圧を実用上高くすることができないために大振幅を得ることができなかったが、上記したような圧電素子３３の積層させた超音波振動源３１を採用した場合  
20 には、同じ振幅を得るためには厚みに比例した駆動電圧で事足りることになり、結局、実用上印加可能な駆動電圧で大振幅を得ることができるようになったものである。それによって、浮上量が大きくなってより安定した浮上が可能になるものである。

次に、第６図を参照して本発明の第６の実施の形態を説明する。前記  
25 第５の実施の形態の場合には可動部７側に超音波振動源３１を設けた例を示したが、この第６の実施の形態の場合には固定部１の左側ガイド部

材 3 と右側ガイド部材 5 にそれぞれ設けたものである。

すなわち、左側ガイド部材 3 には超音波振動源 4 1 が組み込まれていて、この超音波振動源 4 1 は複数枚の圧電素子 4 3 を積層させた構成になっている。同様に、右側ガイド部材 5 には超音波振動源 4 5 が組み込まれていて、この超音波振動源 4 5 は複数枚の圧電素子 4 7 を積層させた構成になっている。

このように、固定部 1 の左側ガイド部材 3 と右側ガイド部材 5 に超音波振動源 4 1、4 5 を設ける構成でも同様の効果を奏することができる。

次に、第 7 図を参照して本発明の第 7 の実施の形態を説明する。この  
10 場合にも、固定部 1 の左側ガイド部材 3 と右側ガイド部材 5 において、超音波振動源 7 1、7 3 を設けたものである。上記超音波振動源 7 1 は複数枚の圧電素子 7 5 を積層させた構成になっている。又、超音波振動源 7 3 は複数枚の圧電素子 7 7 を積層させた構成になっている。

この場合は前記各実施の形態と同様の効果を奏することができると共に、  
15 固定部 1 の左側ガイド部材 3 と右側ガイド部材 5 と各超音波振動源 7 1、7 3 とをそれぞれ別々に製作して組み込むことができるので、製作が容易になると共にコストの低減も図ることができる。又、品質の向上をも図ることができる。

次に、第 8 図を参照して本発明の第 8 の実施の形態を説明する。この  
20 場合には可動部 7 側において左右に超音波振動源 8 1、8 3 を設けたものである。上記超音波振動源 8 1 は複数枚の圧電素子 8 5 を積層させた構成になっている。又、超音波振動源 8 3 は複数枚の圧電素子 8 7 を積層させた構成になっている。

この場合は前記各実施の形態と同様の効果を奏することができると共に、  
25 可動部 7 と各超音波振動源 8 1、8 3 とをそれぞれ別々に製作して組み込むことができるので、製作が容易になると共にコストの低減も図

ることができる。又、品質の向上をも図ることができる。

次に、第 9 図を参照して本発明の第 9 の実施の形態を説明する。これは、前記第 8 の実施の形態における超音波浮上装置において、可動部 7 に超音波衝撃発生装置 9 1 を取り付けたものである。この超音波衝撃発生装置 9 1 は、圧電アクチュエータ 9 3 と、錘 9 5 とから構成されている。このような超音波衝撃発生装置 9 1 を使用することにより、可動部 7 の移動方向である Y 軸方向の何れかに衝撃力を発生させ、それによって、可動部 7 を移動させる駆動力とするものである。又、停止する場合には、衝撃力を前後に振動させられることにより高い精度で位置決めを行うものである。

つまり、この種の超音波浮上装置の場合には基本的に非接触浮上であるため、固定部 1 と可動部 7 との間の摩擦は極めて小さく、よって、可動部 7 を所望の位置に安定した状態で停止させ難いという事情がある。そこで、上記超音波衝撃発生装置 9 1 によって衝撃を発生させると共に繰り返して振動させることにより、ダンピングエネルギーを増大させ、又、運動エネルギーを付与することにより不安定な外乱を相対的に十分小さくし、それによって、安定した位置決め停止を実現するものである。

次に、第 10 図を参照して本発明の第 10 の実施の形態を説明する。この第 10 の実施の形態は、前記第 3 の実施の形態におけるガイド部の構成を、固定部 1 側と可動部 7 側とで凹凸逆にしたものである。

すなわち、固定部 1 の左側ガイド部材 3 において、傾斜面 3 a と傾斜面 3 c とによってこれを凸状に構成し、同様に、右側ガイド部材 5 において、傾斜面 5 a と傾斜面 5 c とによってこれを凸状に構成したものである。又、それに対応するように、可動部 7 側の左側ガイド部は傾斜面 9 a、9 e によって凹状に形成されており、同様に、右側ガイド部も傾斜面 9 c、9 f とによって凹状に形成されている。



このように、固定部 1 側が凸状に形成されていて、可動部 7 側が凹状に形成されているような構成であっても、同様の効果を奏することができる。

次に、第 1 1 図乃至第 1 6 図を参照して本発明の第 1 1 の実施の形態を説明する。

第 1 1 図は本実施の形態による超音波浮上装置の構成を示す図であり、第 1 1 図 (a) は超音波浮上装置の一部平面図であり、第 1 1 図 (b) は第 1 1 図 (a) の b-b 断面図である。

まず、固定部 1 0 1 があり、この固定部 1 0 1 はその横断面形状が略 U 字状をなして、U 字溝 1 0 2 を備えた形状になっている。上記 U 字溝 1 0 2 は左右に左側ガイド部 1 0 3 と右側ガイド部 1 0 5 を備えていると共に、これら左側ガイド部 1 0 3 と右側ガイド部 1 0 5 とは底板部 1 0 7 を介して一体化されている。

上記左側ガイド部 1 0 3 は、上側傾斜浮上面 1 0 3 a と下側傾斜浮上面 1 0 3 b を備えていて、左側ガイド部 1 0 3 はこれら上側傾斜浮上面 1 0 3 a と下側傾斜浮上面 1 0 3 b とによって内側に凸状に突出・配置された構成になっている。同様に、上記右側ガイド部 1 0 5 は、上側傾斜浮上面 1 0 5 a と下側傾斜浮上面 1 0 5 b を備えていて、右側ガイド部 1 0 5 は、これら上側傾斜浮上面 1 0 5 a と下側傾斜浮上面 1 0 5 b とによって内側に凸状に突出・配置された構成になっている。

上記 U 字溝 1 0 2 内には可動部 1 0 9 が、第 1 1 図 (b) 中 Z 軸方向に浮上可能であって、第 1 1 図 (a) 中 Y 軸方向に移動可能な状態で収容・配置されている。上記可動部 1 0 9 は主として可動部本体 1 1 1 と振動装置 1 1 3 と運動量発生装置 1 1 5 とストップ装置 1 4 1 から構成されている。上記振動装置 1 1 3 は、振動板 1 1 7 と該振動板 1 1 7 の上下面に設けられた電極部 1 1 9、1 2 1 と該振動板 1 1 7 の左右に設

けられたガイド部 1 2 3、1 2 5 とから構成されている。上記振動板 1 1 7 は圧電材料から構成されている。又、上記振動装置 1 1 3 の左右両側は、既に説明した固定部 1 0 1 側の左側ガイド部 1 0 3 と右側ガイド部 1 0 5 の形状に対応するように凹状に形成されている。すなわち、振動装置 1 1 3 の左側には、左側ガイド部 1 2 3 が設けられていて、この左側ガイド部 1 2 3 は、上側傾斜面 1 2 3 a と下側傾斜面 1 2 3 b とによって凹状に形成されている。同様に、振動装置 1 1 3 の右側にも、右側ガイド部 1 2 5 が設けられていて、この右側ガイド部 1 2 5 は、上側傾斜面 1 2 5 a と下側傾斜面 1 2 5 b とによって凹状に形成されている。

10      そして、上記構成をなす振動装置 1 1 3 が超音波振動することにより、第 1 1 図 (b) に示すように、可動部 1 0 9 が Z 軸方向に浮上した状態になるものである。

15      上記可動部 1 0 9 の構成について更に詳しく説明する。図から明らかなように、この実施の形態の場合には、可動部 1 0 9 におけるの左右の左側ガイド部と右側ガイド部の厚みに比べて振動板 1 1 7 の厚みが薄くなっている。この点に関して詳しく説明する。

20      まず、この種の超音波浮上装置において、浮上安定性、浮上剛性を向上させるためには、傾斜浮上面の面積を増大させることが必要となる。つまり、第 1 0 図における振動板 9 の厚みを厚くすることにより、その左右に設けられた左側ガイド部と右側ガイド部の厚みが増大し、それによって、傾斜浮上面の面積が増大することになるからである。

25      ところが、単純に振動板 9 の厚みを厚くした場合には、同じ駆動電圧であるとする単位厚さ当たりの印加電圧が低下してしまつて振動振幅が小さくなってしまうことになる。このように、振動振幅が小さくなつてしまった場合には、傾斜浮上面の面積を増大させたにもかかわらず浮上力を増大させることにはならず、結局、浮上安定性や浮上剛性を向上

させることができなくなってしまう。

これに対しては、振動板 9 の厚みの増大に比例して印加電圧を高くすることも考えられるが、それでは駆動電源装置を大型化させてしまい、又、放電対策が必要になる等、装置の小型化、コストの低減を図る上で

5 大きな障害になってしまう。

そこで、第 11 図に例示する本実施の形態のように、左側ガイド部 123 と右側ガイド部 125 の厚みと振動板 117 の厚みを異ならせることにより、上記したような問題を発生させることなく、浮上安定性や浮上剛性の向上を図るものである。具体的には、傾斜浮上面の面積を増大

10 させる場合には上記左側ガイド部 123 と右側ガイド部 125 の厚みのみを厚くすればよい。又、振動装置 113 の振動振幅を大きくしたい場合には、振動板 117 のみの厚みを薄くすればよいものである。

因みに、この実施の形態の場合には、左側ガイド部 123 と右側ガイド部 125 の厚みをそのままとし、振動板 117 の厚みのみを薄くして

15 振動振幅を大きくしたものである。そのような構成を採用することにより、浮上力を大きくすることが可能になり、それによって、浮上安定性や浮上剛性の向上を図ることが可能になるものである。

上記可動部 109 には、上記したように、運動量発生装置 115 が設けられている。すなわち、振動装置 113 の振動板 117 の上側には一

20 対の柱部材 131、133 を介して既に述べた可動部本体 111 が設けられていて、この可動部本体 111 の下面側に上記運動量発生装置 115 が設けられている。上記運動量発生装置 115 は、上記可動部本体 111 の下面に固定された固定部材 135 と、この固定部材 135 に取り付けられたアクチュエータ 137 と、このアクチュエータ 137 の先端

25 に取り付けられた錘 139 とから構成されている。上記アクチュエータ 137 及び錘 139 は、アクチュエータ 135 の伸長・収縮によって他

の部材と接触しないように空間を設けた状態で配置されている。

上記アクチュエータ 1 3 7 は、圧電素子を積層させた圧電積層型アクチュエータである。又、必ずしも積層タイプである必要はなく単層タイプであってもよい。

- 5      尚、この実施の形態では圧電素子を使用したアクチュエータ 1 3 7 を例に挙げているが、伸長・収縮するものであれば必ずしも圧電素子を使用したものに限定されることなく、例えば、ソレノイドを使用するタイプ、シリンダを使用するタイプ等様々な構成のものが考えられる。

- 10     又、上記錘 1 3 9 であるが、基本的にはその材質を特定するものではなく、例えば、鉄、アルミニウム、銅等の材質が想定される。又、非金属材料であってもよい。

- 15     又、上記可動部 1 0 9 にはストップ装置 1 4 1 が取り付けられている。上記ストップ装置 1 4 1 は、上記可動部本体 1 1 1 に取り付けられたアクチュエータ 1 4 3 と、このアクチュエータ 1 4 3 の両側に取り付けられたストッパ部材 1 4 5、1 4 7 とから構成されている。

上記アクチュエータ 1 4 3 は、既に説明した運動量発生装置 1 1 5 のアクチュエータ 1 3 7 の場合と同様に、圧電素子を積層させた圧電積層型アクチュエータである。この場合必ずしも積層タイプである必要はなく単層タイプであってもよい。

- 20     尚、この実施の形態では圧電素子を使用したアクチュエータ 1 4 3 を例に挙げているが、伸長・収縮するものであれば必ずしも圧電素子を使用したものに限定されることなく、例えば、ソレノイドを使用するタイプ、シリンダを使用するタイプ等様々な構成のものが考えられる。

- 25     又、上記ストッパ部材 1 4 5、1 4 7 は粘弾性体材料から構成されている。例えば、ポリアセタール樹脂である。この種の粘弾性体材料を使用することによりストップ機能発生時における衝撃を緩和させると共に

異音の発生や摩耗粉の発生を抑制するものである。

そして、ストップ装置 141 の動作時（オン）は、アクチュエータ 143 に対する印加電圧を「0」とする。それによって、アクチュエータ 143 は本来の伸長状態に戻っていて、その結果、上記ストッパ部材 145、147 が固定部 101 の U 字溝 102 の内壁に押し付けられている。つまり、ストッパ機能が発揮されることになる。これに対して、ストップ装置 141 の非動作時（オフ）には、アクチュエータ 143 に電圧を印加する。電圧の印加によりアクチュエータ 143 を収縮させ、それによって、上記ストッパ部材 145、147 の固定部 101 の U 字溝 102 の内壁に対する押し付けが解除されることになる。

次に、上記運動量発生装置 115 とストップ装置 141 による駆動原理を第 11 図～第 14 図を参照しながら説明する。

尚、第 14 図に示す構成は第 11 図～第 13 図に示した構成と若干異なっており、あくまで、運動量発生装置 115 の駆動原理を説明するための図である。

まず、第 14 図に示すように、運動量発生装置 115 のアクチュエータ 137 を駆動してこれを伸長させ、それによって、錘 139 を第 14 図中右方向に移動させる。この錘 139 の移動によって同方向に (mv) の運動量が発生する。

20 但し、m：運動量発生装置 115 の質量

v：運動量発生装置 115 の速度

上記 (mv) の運動量発生により、次の式 (I) に示す運動量保存の法則により、可動部 109 には逆方向に (MV) の運動量が発生する。

但し、M：可動部 109 の質量

25 V：可動部 109 の速度

$$mv + MV = 0 \text{ ——— (I)}$$

そして、可動部 109 は次の式 (I I) に示す速度 (V) にて逆方向に移動することになる。

$$V = - (m/M) \times v \text{ ——— (I I)}$$

これに対して、次の動作によって伸長したアクチュエータ 137 を収縮させて移動した錘 139 を元の位置に戻すことになるが、この場合には、上記したと同様の駆動原理によって、第 14 図において、左方向に移動した可動部 109 が右方向に戻るようになってしまう。そこで、ストップ装置 141 をオンさせることになる。つまり、ストップ装置 141 のアクチュエータ 143 への電圧の印加を止めて伸長状態にすることにより両側のストッパ部材 145、147 を固定部 101 の U 字溝 102 の内壁に押し付けてストッパ機能を発揮させる。それによって、可動部 109 が戻ろうとする動作を規制するものである。つまり、運動量発生装置 115 のアクチュエータ 137 が収縮するときには可動部 109 は停止状態となる。そして、このような動作を繰り返すことにより可動部 109 を所定の方

向へ移動させることが可能になるものである。上記駆動原理に関して若干説明を加えると、そもそもストップ装置 141 なしでは可動部 109 を駆動させることはできない。すなわち、ストップ装置 141 がないとすると、運動量発生装置 115 の収縮・伸長により可動部 109 は前進と後退を繰り返すことになり、結局、前に進むことはできない。そこで、上記したように、前進又は後退の何れかのときにストップ装置 141 によって可動部 109 の動きを止める必要があるものである。

又、既に説明した柱部材 131、133 に関して更に詳しく説明する。まず、この実施の形態の場合には、一対の柱部材 131、133 が振動装置 113 の中心軸上に配置されている。これは次のような理由による。すなわち、振動装置 113 の振動板 117 は厚み方向に電圧を印加され

ることにより主として幅方向に振動する。よって、振動板 1 1 7 の中心軸における幅方向の振動振幅は「0」である。そこで、一对の柱部材 1 3 1、1 3 3 を振動装置 1 1 3 の中心軸上に配置したものであり、それによって、振動装置 1 1 3 の振動に何ら影響を与えることなく支持機能  
5 を発揮させることができるものである。

又、本実施の形態の場合には、上記柱部材 1 3 1、1 3 3 の構造にさらなる工夫を施しているものである。すなわち、第 1 2 図 (c)、第 1 3 図 (b)、(c) に示すように、振動板 1 1 7 の左右両側に幅狭の突出部 1 5 1、1 5 3 を突出させ、それら突出部 1 5 1、1 5 3 の上に上記  
10 一对の柱部材 1 3 1、1 3 3 を設けたものである。すなわち、上記したように、一对の柱部材 1 3 1、1 3 3 を振動装置 1 1 3 の中心軸上に配置することにより振動装置 1 1 3 の振動に対する影響を軽減させるようにしているが、柱部材 1 3 1、1 3 3 にも自身の幅があるので、その幅の範囲内では振動装置 1 1 3 の振動に影響を与えてしまうことになる。  
15 そこで、突出部 1 5 1、1 5 3 と振動板 1 1 7 とを括れ部 1 5 5、1 5 7 を介して接続することにより、そのような影響を極力小さなものにして  
いるものである。

以上の構成を基にその作用を説明する。

第 1 1 図乃至第 1 4 図において、運動量発生装置 1 1 5 のアクチュエータ 1 3 7 を駆動してこれを伸長・収縮させ、それによって、錘 1 3 9 を往復動させる。そして、例えば、可動部 1 0 9 を第 1 1 図 (a) 中 Y 軸方向に沿って上方に移動させたい場合には、アクチュエータ 1 3 7 が伸長して錘 1 3 9 が第 1 1 図 (a) 中下方に移動したときに、ストップ装置 1 4 1 をオフにしてストップ機能を停止させ、逆に、アクチュエータ 1 3 7 が収縮して錘 1 3 9 が第 1 1 図 (a) 中上方に移動するときに、  
20 ストップ装置 1 4 1 をオンにしてストップ機能を発揮させる。このよう

な動作によって可動部 109 は第 11 図 (a) 中 Y 軸方向上方にのみ移動することになる。

逆に、可動部 109 を第 11 図 (a) 中下方に移動させる場合には、アクチュエータ 137 が伸長して錘 139 が第 11 図 (a) 中下方に移動するとき、ストップ装置 141 をオンにしてストップ機能を発揮させ、逆に、アクチュエータ 137 が収縮して錘 139 が第 11 図 (a) 中上方に移動するとき、ストップ装置 141 をオフにしてストップ機能を停止させる。このような動作によって可動部 109 は第 11 図 (a) 中 Y 軸方向下方に移動することになる。

上記動作を第 15 図の特性図を参照して整理してみる。第 15 図は横軸に時間を取り、縦軸に、運動量発生装置 115 における錘 139 の変位、速度、加速度特性を示すと共に、ストップ装置 141 のオン・オフのタイミングを示すものである。

仮に、可動部 109 を Y 軸方向に沿った一方向に移動させるものとして説明する。まず、第 15 図における最初の領域 a であるが、ここでは錘 139 が一方向に移動し、そのときの速度と加速度は図示の通りである。その際、ストップ装置 141 がオンしている。したがって、本来であれば錘 139 の移動方向である一方向の反対側である他方向に可動部 109 が移動するはずであるが、上記したように、ストップ装置 141 がオンしているために可動部 109 は停止することになる。

次に、第 15 図における領域 b であるが、ここでは錘 139 が他方向に移動し、そのときの速度と加速度は図示の通りである。その際、ストップ装置 141 がオフしている。したがって、錘 139 の移動方向である他方向の反対側である一方向に可動部 109 が移動することになる。

以下、領域 a、領域 b の動作が繰り返されることにより、可動部 109 は一方向に移動していくことになる。



又、可動部 109 を Y 軸方向に沿った他方向に移動させたい場合には、ストップ装置 141 のオン・オフのタイミングを逆にすればよい。

又、この第 11 の実施の形態の場合には、第 15 図に示すように、変位駆動波形が制止時と駆動時で対称になっていて、いわゆる「対称変位  
5 駆動波形」となっている。

これに対して、変位駆動波形は制止時と駆動時で変位駆動波形が非対称であるのでこれを「非対称変位駆動波形」と称される変位駆動波形がある。それを第 16 図に示す。第 16 図に示すように、ストップ装置 141 をオンさせるストップ領域（領域 a）の変位は緩やかな変化（収縮）  
10 とし、ストップ装置 141 をオフにして駆動させるときは（領域 b）には急峻な変位変化（伸長）を付与するようなものである。その場合にはそれに伴って速度と加速度も急峻な変化となる。

その種の「非対称変位駆動波形」は、加速度の大きさにより駆動力を得るインパクト駆動方式の場合に頻繁に用いられるが、これは変位の急峻な変化に伴う大きな加速度が生じて可動部に衝撃を与えることとなり、  
15 又、運動量駆動方式においても急峻な変位は衝撃を生じさせるので、残存振動が残ったりして精密位置決めには適さない。その点、この実施の形態における上記「対称変位駆動波形」の場合には、そのような衝撃の発生もないので、精密な位置決めに適していると共に、その中でも、特  
20 に、概略正弦波形状の駆動電源を採用しているので、滑らかな加速が可能になると共に衝撃力を小さくすることができる。

ここで、可動部 109 の位置決め精度における分解能に関して説明する。可動部 109 の変位量を (Y) とすると共に運動量発生装置 115 の変位量を (y) とすると次の式 (I I I) が成立する。

25 
$$Y = \int V dt \text{ ——— (I I I)}$$

ここで既に説明した式 (I I) を代入すると、次の式 (I V) となる。

$$Y = - (m/M) \int v dt$$

$$= - (m/M) y \text{ ——— (I V)}$$

すなわち、可動部 109 の変位量 (Y) は運動量発生装置 115 の変位量 (y) の (m/M) となっている。これは分解能が運動量発生装置 115 の (M/m) 倍であることを意味する。

例えば、 $m/M = 1/100$  であれば、運動量発生装置 115 の駆動分解能が  $10 \text{ nm}$  (nanoメートル、 $10^{-9} \text{ m}$ ) のときに、可動部 109 の分解能は  $0.1 \text{ nm}$  となる。つまり、 $100$  倍の分解能を持つ高い精度の位置決めが可能になったものである。

10      そして、このような高い分解能を得るためには、次の式 (V) に示す条件を満足することが望ましい。

$$m/M < 1 \text{ ——— (V)}$$

すなわち、次の式 (V I) に示すようなものとなり、結局、運動量発生装置 115 の質量  $m$  が、可動部 109 全体の質量 ( $m+M$ ) の  $1/2$  以下に設定したときに高い分解能を得ることができるものである。

$$m / (m+M) < 1/2 \text{ ——— (V I)}$$

以上この実施の形態によると次のような効果を奏することができる。

まず、可動部 109 におけるの左右の左側ガイド部 123 と右側ガイド部 125 の厚みと振動板 117 の厚みを異ならせることより、例えば、

20      傾斜浮上面の面積を増大させる場合には上記左側ガイド部 123 と右側ガイド部 125 の厚みのみを厚くすればよく、又、振動装置 113 の振動振幅を大きくしたい場合には、振動板 117 のみの厚みを薄くすればよい。つまり、振動板 117 と左右のガイド部 123、125 が互いに影響を与えることなく、浮上安定性や浮上剛性を高める為の構成を採用  
25      することができるものである。

因みに、この実施の形態の場合には、左側ガイド部 123 と右側ガイ

ド部 1 2 5 の厚みをそのままとし、振動板 1 1 7 の厚みのみを薄くして振動振幅を大きくしたものである。そのような構成を採用することにより、浮上力を大きくすることが可能になり、それによって、浮上安定性や浮上剛性の向上を図ることが可能になるものである。

- 5 又、一対の柱部材 1 3 1、1 3 3 が振動装置 1 1 3 の中心軸上に配置されているので、振動装置 1 1 3 の振動特性に影響を与えることなく柱部材としての機能を発揮することができる。

- 又、一対の柱部材 1 3 1、1 3 3 は幅狭の突起部 1 5 1、1 5 3 及び括れ部 1 5 5、1 5 7 を介して振動板 1 1 7 に接続されているので、上  
10 記効果をさらに高めることができる。

次に、第 1 7 図を参照して本発明の第 1 2 の実施の形態を説明する。  
この第 1 2 の実施の形態の場合には、固定部 1 0 1 側と可動部 1 0 9 側とでガイド部の凹凸関係を逆にしたものであり、その他の構成は前記第 1 1 の実施の形態の場合と同じである。

- 15 よって、同一部分には同一符合を付して示しその説明は省略する。  
そして、このような構成であっても同様の効果を奏することができる。

- 次に、第 1 8 図を参照して本発明の第 1 3 の実施の形態を説明する。  
この実施の形態の場合には、前記第 1 1 の実施の形態の構成において、  
固定部 1 0 1 の底板部 1 0 7 の内面であって、左側ガイド部 1 0 3 と右  
20 側ガイド部 1 0 5 に対応した位置に吸着防止用突起 1 6 1、1 6 3 を設けている。すなわち、超音波浮上装置の非動作時には、可動部 1 0 9 は下方に落下した状態にあり、仮に、吸着防止用突起 1 6 1、1 6 3 がなければ、左側ガイド部 1 2 3 と右側ガイド部 1 2 5 の浮上面 1 2 3 a と 1 2 5 a は固定部 1 0 1 のガイド部 1 0 3 a と 1 0 5 a に載置されること  
25 になる。その際、両面とも高い精度で仕上げられているので、例えば、その間に水分等が浸入し易く浸入した場合には両者が吸着してしまうこ

とになり、次の動作時に正常に動作しないことがある。

そこで、上記吸着防止用突起 161、163 を設けることにより、両者が接触しないか、又は、軽い接触で済むことによって、両者の吸着を防止しようとするものである。

- 5      尚、吸着防止用突起を設ける場所は様々考えられ、固定部 101 側だけでなく可動部 109 側であってもよい。又、その個数、位置、大きさ等については様々考えられるものである。

又、突起は必ずしも固定部 101 や可動部 109 と一体の材料でなくてもよく、例えば、樹脂塗布等によって凸状のものを形成してもよい。

- 10      又、前記第 11 ～第 13 の実施の形態における柱部材 131、133 に関して、該柱部材 131、133 と振動装置 113 の間にゴム等の粘弾性体を介在させ、それにより振動板の拘束をさらに緩めることによって、さらに、振動装置 113 に与える影響を軽減させることが考えられる。

- 15      次に、第 19 図を参照して、本発明の第 14 の実施の形態を説明する。この第 14 の実施の形態の場合には、前記第 11 の実施の形態の構成において、まず、柱部材 131、133 を振動装置 113 上に載せると共に、柱部材 131、133 の一部を粘弾性体材料としてのゴム 131a、133a としたものである。又、上記柱部材 131、133 と振動装置  
20      113 との接合は接着剤によって行うものである。

その他の構成は前記第 11 の実施の形態の場合と同じであるので、同一部分には同一符号を付して示しその説明は省略する。

- 尚、この第 14 の実施の形態の場合には、柱部材 131、133 の一部を粘弾性体材料としてのゴムとしたが、その全てをゴムにしてもよく、  
25      要は柱部材の全部又は一部を粘弾性体材料から構成すればよい。

次に、第 20 図を参照して、本発明の第 15 の実施の形態を説明する。

この第 1 5 の実施の形態の場合には、前記第 1 1 の実施の形態の構成において、上記第 1 4 の実施の形態の場合と同様に、まず、柱部材 1 3 1、1 3 3 を振動装置 1 1 3 上に載せると共に、柱部材 1 3 1、1 3 3 の一部を粘弾性体材料としてのゴム 1 3 1 a、1 3 3 a としたものである。

- 5 又、上記柱部材 1 3 1、1 3 3 を振動装置 1 1 3 の上下両側に配置して、ねじ止めにより接合するようにしたものである。すなわち四隅において、スペーサ 1 3 2 を配置すると共に、ベースプレート 1 3 4 を配置し、このベースプレート 1 3 4 を挟んで上記 4 個のスペーサ 1 3 2 内にねじ 1 3 6 を挿入して、雌ねじが形成されている可動部本体 1 1 1 にねじ込んだものである。このような構成にすることにより、可動部本体 1 1 1 の剛性を向上させることができる。

- 尚、前記第 1 ～第 1 5 の実施の形態においては、可動部と固定部の凹凸関係を水平方向に設けた構成を例に挙げて説明しているが、このような凹凸関係を上下方向に指向させて構成することも考えられる。例えば、  
15 固定部の上面を山形の凸形状とし、これに対して逆山形の凹部を備えた可動部を上方から対向・配置させるような構成である。又、その逆の構成も考えられる。

- 次に、第 2 1 図を参照して本発明の第 1 6 の実施の形態を説明する。  
第 2 1 図 (a) は本実施の形態による超音波浮上装置の構成を示す正面  
20 図であり、第 2 1 図 (b) は第 2 1 図 (a) の b - b 矢視図である。まず、固定部 2 0 1 があり、この固定部 2 0 1 上には移動部 2 0 3 が浮上した状態で移動可能に配置されている。上記移動部 2 0 3 には超音波発生装置 2 0 5 が取り付けられている。この超音波発生装置 2 0 5 は、複数枚の圧電素子 2 0 7 を積層させると共にその下端に発振板 2 0 9 を取  
25 り付けた構成になっている。

上記超音波発生装置 2 0 5 によって超音波発振することにより、移動

部 2 0 3 が固定部 2 0 1 上を浮上した状態で移動することになる。

以上この第 1 6 の実施の形態によると次のような効果を奏することができる。

まず、圧電素子 2 0 7 を積層させた超音波発生装置 2 0 5 を採用することにより、大振幅の超音波発振が可能になった。つまり、従来は電極間に印加する駆動電圧を実用上上げることができないために大振幅を得ることができなかった。それに対して、本実施の形態のような圧電素子 2 0 7 の積層構造からなる超音波発生装置 2 0 5 の場合には、同じ振幅を得るためには厚みに比例した駆動電圧で事足りることになり、結局、  
5 実用上印加可能な駆動電圧で大振幅を得ることができるものである。  
10

そして、大振幅の超音波発振が可能になったことにより移動部 2 0 3 の固定部 2 0 1 に対する浮上量が大きくなり、それによって、固定部 2 0 1 の浮上面の平面度に対する裕度が高くなると共に、より安定した浮上が可能になったものである。

次に、第 2 2 図を参照して本発明の第 1 7 の実施の形態を説明する。  
15 この第 1 7 の実施の形態の場合には、前記第 1 6 の実施の形態における超音波発生装置 2 0 5 を同一円周上であって均等な三箇所に配置するようにしたものである。

尚、図中同一部分には同一符号を付して示しその説明は省略する。

20 上記構成によると、前記第 1 の実施の形態の場合と同様の効果を奏することができると共に、超音波発生装置 2 0 5 を同一円周上であって均等な三箇所に配置したことによってより安定した浮上が可能になった。つまり、三箇所の超音波発生装置 2 0 5 の超音波発振を適宜制御してバランスさせることにより、例えば、固定部 2 0 1 の浮上面に傾き等があ  
25 ってもそれに対応し移動子 2 0 3 側の姿勢を制御することができるからである。

次に、第 23 図及び第 24 図を参照して本発明の第 18 の実施の形態を説明する。この第 18 の実施の形態の場合には、前記第 17 の実施の形態における移動部 203 上に 4 個の超音波衝撃発生装置 211 を同一円周上であって均等な位置に取り付けたものである。上記超音波衝撃発生装置 211 は、第 24 図に示すように、圧電アクチュエータ 213 とこの圧電アクチュエータ 213 の片側に取り付けられた錘 215 とから構成されている。そして、これらの 4 個の超音波衝撃発生装置 211 によって移動子 203 の駆動と位置決め停止を行うものである。

以上この第 18 の実施の形態によると前記第 17 の実施の形態の場合と同様の効果を奏することができると共に、移動子 203 を X・Y 二次元平面内で任意の方向に移動させることができると共に回転させることも可能になる。

具体的には、X 軸方向に配置されている 2 個の超音波衝撃発生装置 211 を急激に圧縮させると共に Y 軸方向に配置されている 2 個の超音波衝撃発生装置 211 を急激に伸長させることにより衝撃を発生させ、それを繰り返すことにより回転させるものである。

又、X 軸方向に配置されている 2 個の超音波衝撃発生装置 211 をお互いに急激に圧縮・引張と逆の動作を行わせることにより X 軸方向への移動が可能になる。又、Y 軸方向についても同様である。又、X 軸方向と Y 軸方向のバランスをとることにより任意の方向への移動が可能になる。

又、所望の場所に位置決めさせる場合も、振動の幅を小さくして位置決め停止させることができる。つまり、この種の超音波浮上装置の場合には基本的に非接触浮上であるため、固定部 201 と可動部 203 との間の摩擦は極めて小さく、よって、可動部 203 を所望の位置に安定した状態で停止させ難いという事情がある。そこで、上記超音波衝撃発生装

置 2 1 1 によって衝撃を発生させると共に繰り返し振動させることにより、ダンピングエネルギーを増大させ、又、運動エネルギーを付与することにより不安定な外乱を相対的に十分小さくし、それによって、安定した位置決め停止を実現するものである。

- 5      尚、前記第 1 6 ～ 第 1 8 の実施の形態では可動部側に超音波発生装置を取り付けるようにしたが、これを固定部側に取り付けるようにしてもよい。

又、超音波発生装置の個数は 3 個以外にも、2 個、4 個以上の場合も考えられる。

- 10     同様に、超音波衝撃発生装置についてもその個数を特に限定するものではなく、1 個、2 個、3 個、5 個以上の場合も想定される。

次に、第 2 5 図及び第 2 6 図を参照して本発明の第 1 9 の実施の形態を説明する。まず、固定部 3 0 1 があり、この固定部 3 0 1 上には可動部 3 0 2 が浮上した状態で移動可能に配置されている。上記可動部 3 0 2 は可動子 3 0 3 を備えていて、該可動子 3 0 3 の下面側には、一対の柱部材 3 0 5、3 0 7 を介して、面状発振装置 3 0 9 が取り付けられている。

- 15     2 は可動子 3 0 3 を備えていて、該可動子 3 0 3 の下面側には、一対の柱部材 3 0 5、3 0 7 を介して、面状発振装置 3 0 9 が取り付けられている。

上記面状発振装置 3 0 9 は、第 2 6 図に示すような構成になっている。すなわち、第 2 6 図 (a)、(b) に示すように、まず、アルミニウム製  
20     或いはステンレス製の振動板 3 1 1 があり、この振動板 3 1 1 の中心部にはバイモルフ型の圧電素子 3 1 3 が接合されている。このような構成をなす面状発振装置 3 0 9 は、交流電圧を圧電素子 3 1 3 の電極に印加することにより超音波振動するものである。この超音波振動のパターンは、第 2 6 図 (c) に示すようなものとなる。

- 25     尚、圧電素子としては、ユニモルフ型圧電素子等であってもよく、複数個の圧電素子が分布して接合されてもよく、必ずしも中心部に接合さ



れなくてもよい。又、上記振動板 3 1 1 も、強度、耐久性、振動特性を満足すれば良く、その材質は特に限定されないものである。

そして、上記構成をなす面状発振装置 3 0 9 が超音波発振することにより、可動部 3 0 2 が固定部 3 0 1 上を浮上することになり、別途設けられる駆動手段によって移動可能な状態になる。

以上この第 1 9 の実施の形態によると次のような効果を奏することができる。

まず、面状発振装置 3 0 9 を使用していて、この面状発振装置 3 0 9 は、従来の「ランジュバン型」の超音波振動子に比べてその背が大幅に低い構成になっているので、可動部 3 0 2 側の背も大幅に低くなり、それによって、装置のコンパクト化を図ることが可能になった。

又、可動部 3 0 2 側の背が低くなったことにより、可動部 3 0 2 全体の重心が低くなり、それによって、移動時における安定性も大幅に向上することになる。

又、可動子 3 0 3 と面状発振装置 3 0 9 の連結は一对の柱部材 3 0 5、3 0 7 を介して行うようにしており、それによって、面状発振装置 3 0 9 側の超音波振動を妨げることなく、且つ、可動子 3 0 3 側の振動を抑制した状態で両者を一体化させることができる。

又、上記一对の柱部材 3 0 5、3 0 7 は、第 2 6 図 (c) の超音波振動パターンにおける節位置に対応した場所に配置されているので、上記効果はより高いものとなる。

又、上記一对の柱部材 3 0 5、3 0 7 の間隔は、第 2 6 図 (c) の超音波振動パターンにおける共振波長の  $1/2$  の整数倍（この実施の形態の場合には 1 倍）に設定されているので、それによっても、上記効果をより高いものとすることができ、安定した振動を得ることが可能になる。

又、この実施の形態の場合は、柱部材 3 0 5、3 0 7 が面状発振装置

309の端より内側に配置されていて、面状発振装置309の端位置における振動を許容する構成になっており、それによって、可動部302の大きな姿勢維持効果を得ることができる。つまり、端が傾こうとするとそれに抗する大きな浮上力が端部の大きな振動振幅により得られるからである。

次に、第27図を参照して本発明の第20の実施の形態を説明する。この第20の実施の形態の場合には、前記第19の実施の形態の場合において、柱部材305、307の間に別の柱部材321を追加したものである。この場合には、柱部材305、321、307の間隔が共振波長の $1/2$ の1倍になっている。したがって、共振により各柱部材305、321、307の間で大きな振動振幅を得ることができる等、前記第19の実施の形態と同様の効果を奏することができる。

次に、第28図を参照して本発明の第21の実施の形態を説明する。この第21の実施の形態の場合には、前記第20の実施の形態における柱部材321の代わりに、面状発振装置309側にリップ331を取り付けたものである。すなわち、振幅の大きな安定した共振を得るためには柱部材に代わってリップを設けてもよいものである。

又、これは前記第20の実施の形態の場合も同様であるが、柱部材305、307は面状発振装置309の端から共振波長の $1/4$ に一致した位置に配置されている。

尚、共振波長の $1/4$ は一例であって、例えば、振動波長の $\{1/4 + (1/2) \times n\}$ 倍、但し $n$ は整数、の条件、すなわち、 $1/4$ 振動波長に $1/2$ 振動波長の整数倍を加算したものとして設定することも考えられる。又、若干 $1/4$ 波長よりずれても略同様の効果を得られる。

その結果、第29図に示すように、両端において大きな振幅が得られるような振動パターンを提供することが可能となり、それによって、より

安定した浮上の状態を得ることができる。つまり、両端が傾こうとするとそれに抗して振動による浮上力が発生しているので、そのような傾こうとする力に対向することができるからである。

尚、このような効果は前述した第 19 の実施の形態のように、柱部材 305、307 を面状発振装置 309 の端より内側に配置すれば得られる効果ではあるが、特に、共振波長の概略  $1/4$  に一致した位置に配置することによりその効果を高めることができるものである。

因みに、第 30 図に示すように、柱部材 305、307 が両端に配置されていると、そこにおける振動振幅は小さくなってしまい、よって、両端が傾こうとする力に対して効果的に対向することができなくなってしまうことが予想される。

次に、第 31 図を参照して本発明の第 22 の実施の形態を説明する。この実施の形態の場合には、移動子 303 の図中左右両側に 3 個ずつの柱部材 341 を配置し、且つ、その間に縦横に複数個のリブ 343 を配置したものである。このような構成であっても前記第 19 ～第 21 の実施の形態の場合と略同様の効果を得ることができる。

又、第 29 図に示した振動パターンでは、振動が一方向（横方向）のみであるが、これを直交方向（縦方向）にも同様に振動する第 31 図の配置は、縦方向及び横方向の二方向の何れにおいても大きな振動が得られるように、柱部材 341、リブ 343 を配置したものである。

尚、前記第 19 ～第 22 の実施の形態の場合にはバイモルフ型圧電素子を使用した例を示したが、それ以外にも、例えば、ユニモルフ型圧電素子を使用してもよい。

又、柱部材の個数、リブの有無、リブを使用する場合の個数、それらの位置についてはこれを特に限定するものではない。

又、前記第 19 ～第 22 の実施の形態の場合には、可動部側を超音振

動させる場合を例に挙げて説明したが、固定部側を超音波振動させる場合も考えられ、その場合には、固定部側に面状発振装置を柱部材を介して取り付けることになる。

次に、第 3 2 図乃至第 3 4 図を参照して本発明の第 2 3 の実施の形態を説明する。第 3 2 図 (a) は本実施の形態による超音波浮上装置の構成を示す平面図であり、第 3 2 図 (b) は第 3 2 図 (a) の b-b 断面図である。

まず、固定部 4 0 1 があり、この固定部 4 0 1 は略 U 字状をなしていて U 字溝 4 0 3 を備えている。上記 U 字溝 4 0 3 の左右両側には左側ガイド部 4 0 5 と右側ガイド部 4 0 7 が鋭利な状態で突出・配置されている。すなわち、上記左側ガイド部 4 0 5 は、上側傾斜面 4 0 9 と下側傾斜面 4 1 1 とを備えた構成になっていて、これら上側傾斜面 4 0 9 と下側傾斜面 4 1 1 によって挟まれた部分が内側に突出・配置されているものである。同様に、上記右側ガイド部 4 0 7 も上側傾斜面 4 1 3 と下側傾斜面 4 1 5 とを備えた構成になっていて、これら上側傾斜面 4 1 3 と下側傾斜面 4 1 5 によって挟まれた部分が内側に突出・配置されているものである。

上記 U 字溝 4 0 3 内には可動部 4 1 7 が、第 3 2 図 (b) 中 Z 軸方向に浮上可能であって、第 3 2 図 (a) 中 Y 軸方向に移動可能な状態で收容・配置されている。上記可動部 4 1 7 は主として可動部本体 4 1 9 と振動装置 4 2 1 と運動量発生装置 4 2 3 とストップ装置 4 5 1 とから構成されている。上記振動装置 4 2 1 は、第 3 3 図及び第 3 4 図に示すように、振動源としてのランジュバン型超音波振動子 4 2 5 と、振動方向変換手段としての十字型振動方向変換部材 4 2 7 と左側ガイド部 4 2 9 と右側ガイド部 4 3 1 とから構成されている。上記左側ガイド部 4 2 9 と右側ガイド部 4 3 1 は上記固定部 4 0 1 側の左側ガイド部 4 0 5 と右

側ガイド部 407 に対応するように凹状に形成されている。すなわち、振動装置 421 の左側には、上側傾斜面 433 と下側傾斜面 435 が設けられている。同様に、振動装置 421 の右側にも、上側傾斜面 437 と下側傾斜面 439 が設けられている。

- 5       そして、上記構成をなす振動装置 421 が超音波振動することにより、第 32 図 (b) に示すように、可動部 417 が Z 軸方向に浮上した状態になるものである。

- 10       又、この実施の形態の場合には、振動源としてのランジュバン型超音波振動子 425 を水平方向に指向させた状態で配置しており、それによって、可動部 417 の高さを低くするようにしている。又、上記ランジュバン型超音波振動子 425 による超音波振動の方向（この場合は Y 方向）を十字型振動方向変換部材 427 によって直交する二方向（この場合には X 方向）に方向変換している。つまり、可動部 417 の振動装置 421 は幅方向に振動することになり、それによって、固定部 401 側
- 15       より幅方向の拘束力と共に浮上力を受けることになる。その結果、上記したように、可動部 417 が Z 軸方向に浮上することになる。

尚、上記十字型振動方向変換部材 427 であるが、入力周波数と形状及び寸法を適宜選択することにより多くの共振モードの中から都合のよい共振モードを抽出することができるものである。

- 20       又、上記ランジュバン型超音波振動子 425 であるが、通常、この種の振動子の場合にはその横断面形状が円形であるが、この実施の形態の場合には、これを四角形として角柱形状のランジュバン型超音波振動子 25 としている。これは、円形の場合にはこれを水平方向に指向させて配置した場合に部分的に背が高くなるが、これを角柱形状とすることにより平坦化することができるからである。それによって、低背化をさら
- 25       に高めることができるものである。

上記可動部 4 1 7 には、上記したように、運動量発生装置 4 2 3 が設けられている。すなわち、振動装置 4 2 1 の上側には柱部材 4 4 1、4 4 3 を介して既に述べた可動部本体 4 1 9 が設けられていて、この可動部本体 4 1 9 の下面側に上記運動量発生装置 4 2 3 が設けられている。

- 5 上記運動量発生装置 4 2 3 は、上記可動部本体 4 1 9 の下面に固定された固定部材 4 4 5 と、この固定部材 4 4 5 に取り付けられたアクチュエータ 4 4 7 と、このアクチュエータ 4 4 7 の先端に取り付けられた錘 4 4 9 とから構成されている。上記アクチュエータ 4 4 7 及び錘 4 4 9 は、
- 10 に空間が設けられている。

上記アクチュエータ 4 4 7 は、圧電素子を積層させた圧電積層型アクチュエータである。この圧電積層型アクチュエータの場合には高分解能であればその積層数は少ない方が望ましい。

- 尚、この実施の形態では圧電素子を使用したアクチュエータ 4 4 7 を
- 15 例に挙げているが、伸長・収縮するものであれば必ずしも圧電素子を使用したものに限定されることなく、例えば、ソレノイドを使用するタイプ、シリンダを使用するタイプ等様々な構成のものが考えられる。

- 又、上記錘 4 4 9 であるが、基本的にはその材質を特定するものではなく、例えば、鉄、アルミニウム、銅等の材質が想定される。又、非金
- 20 属材料であってもよい。

又、上記可動部 4 1 7 にはストップ装置 4 5 1 が取り付けられている。上記ストップ装置 4 5 1 は、上記可動部本体 4 1 9 に取り付けられたアクチュエータ 4 5 3 と、このアクチュエータ 4 5 3 の両側に取り付けられたストップ部材 4 5 5、4 5 7 とから構成されている。

- 25 上記アクチュエータ 4 5 3 は、既に説明した運動量発生装置 4 2 3 のアクチュエータ 4 4 7 の場合と同様に、圧電素子を積層させた圧電積層

型アクチュエータである。この場合必ずしも積層タイプである必要はなく単層タイプであってもよい。

尚、この実施の形態では圧電素子を使用したアクチュエータ 4 5 3 を例に挙げているが、伸長・収縮するものであれば必ずしも圧電素子を使用したものに限定されることなく、例えば、ソレノイドを使用するタイプ、シリンダを使用するタイプ等様々な構成のものが考えられる。

又、上記ストッパ部材 4 5 5、4 5 7 は粘弾性体材料から構成されている。例えば、ポリアセタール樹脂である。この種の粘弾性体材料を使用することによりストップ機能発生時における衝撃を緩和させると共に異音の発生や摩耗粉の発生を抑制するものである。

又、上記運動量発生装置 4 2 3 とストップ装置 4 5 1 とによる駆動のメカニズムは、前記第 1 1 の実施の形態で説明したものと同一であるので、その説明は省略する。

以上の構成を基にその作用を説明する。

第 3 2 図及び第 3 3 図において、まず、振動装置 4 2 1 のランジュバン型超音波振動子 4 2 5 を駆動して超音波振動させる。その超音波振動は十字型運動方向変換部材 4 2 7 を介して 9 0° 方向変換されて幅方向に振動することになり、それによって、可動部 4 1 7 が Z 軸方向に浮上した状態となる。

その状態で、運動量発生装置 4 2 3 を駆動してそのアクチュエータ 4 4 7 を伸長・収縮させ、それによって、錘 4 4 9 を往復動させる。そして、例えば、可動部 4 1 7 を第 3 2 図 (a) 中 Y 軸方向に沿って上方に移動させたい場合には、アクチュエータ 4 4 7 が伸長して錘 4 4 9 が第 3 2 図 (a) 中下方に移動するときに、ストップ装置 5 5 1 をオフにしてストップ機能を停止させ、逆に、アクチュエータ 4 4 7 が収縮して錘 4 4 9 が第 3 2 図 (a) 中上方に移動するときに、ストップ装置 4 5 1

をオンにしてストップ機能を発揮させる。このような動作によって可動部 4 1 7 は第 3 2 図 (a) 中 Y 軸方向上方にのみ移動することになる。

逆に、可動部 4 1 7 を第 3 2 図 (a) 中下方に移動させる場合には、アクチュエータ 4 4 7 が伸長して錘 4 4 9 が第 3 2 図 (a) 中下方に移動するとき、ストップ装置 4 5 1 をオンにしてストップ機能を発揮させ、逆に、アクチュエータ 4 4 7 が収縮して錘 4 4 9 が第 3 2 図 (a) 中上方に移動するとき、ストップ装置 4 5 1 をオフにしてストップ機能を停止させる。このような動作によって可動部 4 1 7 は第 3 2 図 (a) 中 Y 軸方向下方に移動することになる。

10 以上、本実施の形態によると次のような効果を奏することができる。

まず、十字型振動方向変換部材 4 2 7 を使用して、ランジュバン型超音波振動子 4 2 5 による超音波振動の方向を  $90^\circ$  異なる二方向に変換するようにしているので、ランジュバン型超音波振動子 4 2 5 を高さ方向ではなく水平方向に指向させた状態で配置することが可能になり、それによって、可動部 4 1 7 側の背を低くすることが可能になった。それによって、装置のコンパクト化を図ることが可能になった。

又、可動部 4 1 7 側の背が低くなったことにより、可動部 4 1 7 全体の重心が低くなり、それによって、移動時における動作の安定性も大幅に向上することになる。

20 又、この実施の形態の場合には、ランジュバン型超音波振動子 4 2 5 を角柱形状としたので、それによって円柱形状の場合のような一部突出をなくすことができ、可動部 4 1 7 の低背化を図ることができるものである。

又、可動部本体 4 1 9 と振動装置 4 2 1 との連結は一对の柱部材 4 4 1、4 4 3 を介して行うようにしており、その際、柱部材 4 4 1 は十字型振動変換部材 4 2 7 の中心にあると共に、柱部材 4 4 3 はランジュバ



ン型超音波振動子 4 2 5 の中心にあり、その部位では振動振幅が略「0」であるので、振動装置 4 2 1 の超音波振動の妨げは軽微である。又、この時にゴム等の粘弾性体を間に介して接合することによりさらに振動の減衰を抑えられる。

- 5 次に、第 3 5 図を参照して本発明の第 2 4 の実施の形態を説明する。前記第 2 3 の実施の形態の場合には、振動源における超音波振動を直交する二方向に変換する例を示したが、この第 2 4 の実施の形態の場合には、これを直交する一方向に変換する例を示すものである。

- 10 まず、固定部 5 0 1 があり、この固定部 5 0 1 上には可動部 5 0 3 が Z 軸方向に浮上可能であって、任意の X・Y 二次元方向に移動可能な状態で配置されている。

- 上記可動部 5 0 3 は、可動部本体 5 0 5 と、この可動部本体 5 0 5 に柱部材 5 0 7 を介して取り付けられた振動装置 5 0 9 とから構成されている。上記振動装置 5 0 9 は、ランジュバン型超音波振動子 5 1 1 と、  
15 振動方向変換手段としての L 字型振動方向変換部材 5 1 3 と、振動板 5 1 5 とから構成されている。

- 上記構成によると、ランジュバン型超音波振動子 5 1 1 が振動することにより、共振振動により、L 字型振動方向変換部材 5 1 3 を介してその振動方向が直交する一方向に変換され、それによって、振動板 5 1 5  
20 が Z 方向に振動する。この振動板 5 1 5 の振動によって浮上力が発生して可動部 5 0 3 が Z 軸方向に浮上することになる。

尚、ここでは駆動手段については省略しているが、別途駆動手段を設けることにより任意の X・Y 二次元方向に移動することになる。

- したがって、この第 2 4 の実施の形態の場合にも前記第 2 3 の実施の  
25 形態の場合と同様の効果を奏することができる。

尚、前記第 2 3 の実施の形態の場合には一軸アクチュエータの例を挙

げて説明したが、これを二組重ねて使用することにより、X・Y二軸のアクチュエータとして構成することが考えられる。

又、駆動方法としては、運動量発生装置とストップ装置を組み合わせた構成を例に挙げて説明したがそれに限定されるものではない。

- 5 又、前記第24の実施の形態の場合において、L字型振動方向変化部材を十字型とすることも考えられる。

又、前記第23、第24の実施の形態における柱部材と振動装置との間にゴム等の粘弾性部材を介在させることにより、振動装置に与える影響をさらに軽減させることが考えられる。

- 10 次に、第36図を参照して、本発明の第25の実施の形態を説明する。この第25の実施の形態は、前記第24の実施の形態の構成を改良して可動部本体505の剛性を高めたものを示すものである。具体的に振動装置509の構成を左右対称としたものであり、それによって、可動部本体505の剛性を高めようとするものである。

- 15 尚、前記第24の実施の形態と同一部分には同一符号を付して示しその説明は省略する。

#### 産業上の利用分野

- 20 以上のように、本発明による超音波浮上装置と浮上装置は、特に複雑な構成を要することなく直動案内機能を備えると共に、装置の大型化を来すことなく浮上安定性や浮上剛性の向上を図ることができ、又、大振幅での超音波発振を可能にし、それによって、より安定した超音波浮上を提供し、又、可動部を効率良く駆動して所望の場所に高い精度で位置決め停止させることが可能であり、又、可動部の背を低くすることを可能にし、それによって、装置のコンパクト化や動作の安定性の向上を図ることが可能である。
- 25

## 請求の範囲

1. 固定部と、  
上記固定部に対して移動可能に設置された可動部と、を具備し、
- 5 上記固定部又は可動部が超音波振動することにより上記可動部が浮上面を介して浮上するように構成された超音波浮上装置において、  
上記固定部又は可動部に薄型の超音波振動装置を設けたことを特徴とする超音波浮上装置。
2. 請求項1記載の超音波浮上装置において、
- 10 上記浮上面を傾斜面としたことを特徴とする超音波浮上装置。
3. 請求項2記載の超音波浮上装置において、  
上記固定部は固定部側ガイド部を備えており、  
一方、上記可動部も上記固定部側ガイド部に対応する可動部側ガイド部を備えており、
- 15 上記固定部側ガイド部を凹状又は凸状に形成すると共に上記可動部側ガイド部を凸状又は凹状に形成したことを特徴とする超音波浮上装置。
4. 請求項2又は請求項3記載の超音波浮上装置において、  
上記固定部は上記可動部を左右から案内する一対の固定部側ガイド部を備えていて、
- 20 上記一対の固定部側ガイド部は上方に向かって広がるように設けられた傾斜浮上面を備えていて、  
一方、上記可動部は上記一対の固定部側ガイド部の傾斜浮上面に対向する傾斜浮上面を左右に備えていることを特徴とする超音波浮上装置。
5. 請求項3記載の超音波浮上装置において、
- 25 上記固定部側ガイド部を2個の傾斜面によって凹状又は凸状に形成し、  
上記可動部側ガイド部を2個の傾斜面によって凸状又は凹状に形成した

ことを特徴とする超音波浮上装置。

6. 請求項1～請求項5の何れかに記載の超音波浮上装置において、  
上記固定部又は可動部を圧電部材から構成するようにしたことを特徴とする超音波浮上装置。

5 7. 請求項1～請求項6の何れかに記載の超音波浮上装置において  
上記固定部又は可動部は圧電素子を積層させた超音波振動源を備えていることを特徴とする超音波浮上装置。

8. 請求項1～請求項7の何れかに記載の超音波浮上装置において、  
上記可動部の振動装置が超音波振動するように構成し、

10 上記振動装置は超音波振動する振動板と該振動板の左右に設けられた  
一対の可動部側ガイド部を備えていて、

上記振動板と一対の可動部側ガイド部の厚さを異ならせたことを特徴とする超音波浮上装置。

9. 請求項8記載の超音波浮上装置において、

15 上記振動板は圧電材料から構成されていることを特徴とする超音波浮上装置。

10. 請求項8又は請求項9の何れかに記載の超音波浮上装置において、

20 上記振動板と上記一対の可動部側ガイド部は別々の部品として製造されるものであることを特徴とする超音波浮上装置。

11. 請求項1～請求項10の何れかに記載の超音波浮上装置において、

上記可動部は上記振動装置に対して柱部材を介して一体化された可動部本体とを備えていて、

25 上記柱部材が上記振動装置の中心軸上に配置されていることを特徴とする超音波浮上装置。

1 2. 請求項 1 1 記載の超音波浮上装置において、

上記柱部材は上記振動装置の端より突出・配置された突出部に接続されていることを特徴とする超音波浮上装置。

1 3. 請求項 1 2 記載の超音波浮上装置において、

5 上記振動装置の突出部と振動板との接続部が上記突出部の幅より狭いことを特徴とする超音波浮上装置。

1 4. 請求項 1 ～請求項 1 3 の何れかに記載の超音波浮上装置において、

10 上記固定部及び又は可動部に吸着防止用突起を設けたことを特徴とする超音波浮上装置。

1 5. 請求項 1 1 ～請求項 1 4 の何れかに記載の超音波浮上装置において、

上記柱部材はその全て又は一部が粘弾性体材料から構成されていることを特徴とする超音波浮上装置。

15 1 6. 請求項 1 記載の超音波浮上装置において、

上記超音波振動装置は圧電素子を積層させてなるものであることを特徴とする超音波浮上装置。

1 7. 請求項 1 6 記載の超音波浮上装置において、

20 上記超音波発生装置を上記固定部又は可動部に複数個取り付けたことを特徴とする超音波浮上装置。

1 8. 請求項 1 7 記載の超音波浮上装置において、

上記超音波発生装置を 3 個以上取り付けたことを特徴とする超音波浮上装置。

1 9. 請求項 1 7 又は請求項 1 8 記載の超音波浮上装置において、

25 上記複数個の超音波発生装置は同一円周上に取り付けられていることを特徴とする超音波浮上装置。

20. 請求項1記載の超音波浮上装置において、

上記超音波振動装置は面状発振装置であり該面状発信装置を柱部材を介して上記固定部又は可動部に取り付けた構成としたことを特徴とする超音波浮上装置。

5 21. 請求項20記載の超音波浮上装置において、

上記面状発振装置はバイモルフ型圧電素子又はユニモルフ型圧電素子を振動板に接合した構成になっていることを特徴とする超音波浮上装置。

22. 請求項20又は請求項21記載の超音波浮上装置において、

上記柱部材は2個以上であることを特徴とする超音波浮上装置。

10 23. 請求項20～請求項22の何れかに記載の超音波浮上装置において、

上記面状発振装置上にリブが設けられていることを特徴とする超音波浮上装置。

15 24. 請求項20～請求項23の何れかに記載の超音波浮上装置において、

上記柱部材やリブの間隔は振動波長の概略  $1/2$  の整数倍に設定されていることを特徴とする超音波浮上装置。

25 25. 請求項20～請求項24の何れかに記載の超音波浮上装置において、

20 上記柱部材やリブは面状発振装置の外縁より内側に配置されていることを特徴とする超音波浮上装置。

26. 請求項25記載の超音波浮上装置において、

25 上記柱部材やリブと上記面状発振装置の外縁との間隔は振動波長の概略  $1/4$  又は振動波長の概略  $\{1/4 + (1/2) \times n\}$  倍、但し  $n$  は整数、に設定されていることを特徴とする超音波浮上装置。

27. 請求項1記載の超音波浮上装置において、

上記超音波振動装置は上記固定部又は可動部における超音波振動を振動方向変換手段を介して振動の方向変換をするように構成されたものであることを特徴とする超音波浮上装置。

5 28. 請求項27記載の超音波浮上装置において、

上記振動方向変換手段は超音波振動の振動方向を直角方向に変換するものであることを特徴とする超音波浮上装置。

29. 請求項28記載の超音波浮上装置において、

10 上記振動方向変換手段により変換された主振動の向きが1個であることを特徴とする超音波浮上装置。

30. 請求項29記載の超音波浮上装置において、

上記振動方向変換手段はL字型をなす振動方向変換部材であることを特徴とする超音波浮上装置。

31. 請求項28記載の超音波浮上装置において、

15 上記振動方向変換手段により変換された主振動の向きが2個であることを特徴とする超音波浮上装置。

32. 請求項31記載の超音波浮上装置において、

上記振動方向変換手段は十字型をなす振動方向変換部材であることを特徴とする超音波浮上装置。

20 33. 請求項27～請求項32の何れかに記載の超音波浮上装置において、

上記固定部又は可動部にはランジュバン型超音波振動子又は積層型圧電素子からなる振動装置が設けられていることを特徴とする超音波浮上装置。

25 34. 請求項33記載の超音波浮上装置において、

上記ランジュバン型超音波振動子又は積層型圧電素子は角柱形状をな

していることを特徴とする超音波浮上装置。

35. 請求項27～請求項34の何れかに記載の超音波浮上装置において、

上記可動部は柱部材を介して可動部本体を備えていて、上記柱部材は  
5 振動装置の略中央又は振動方向変換手段の略中央に配置されていること  
を特徴とする超音波浮上装置。

10

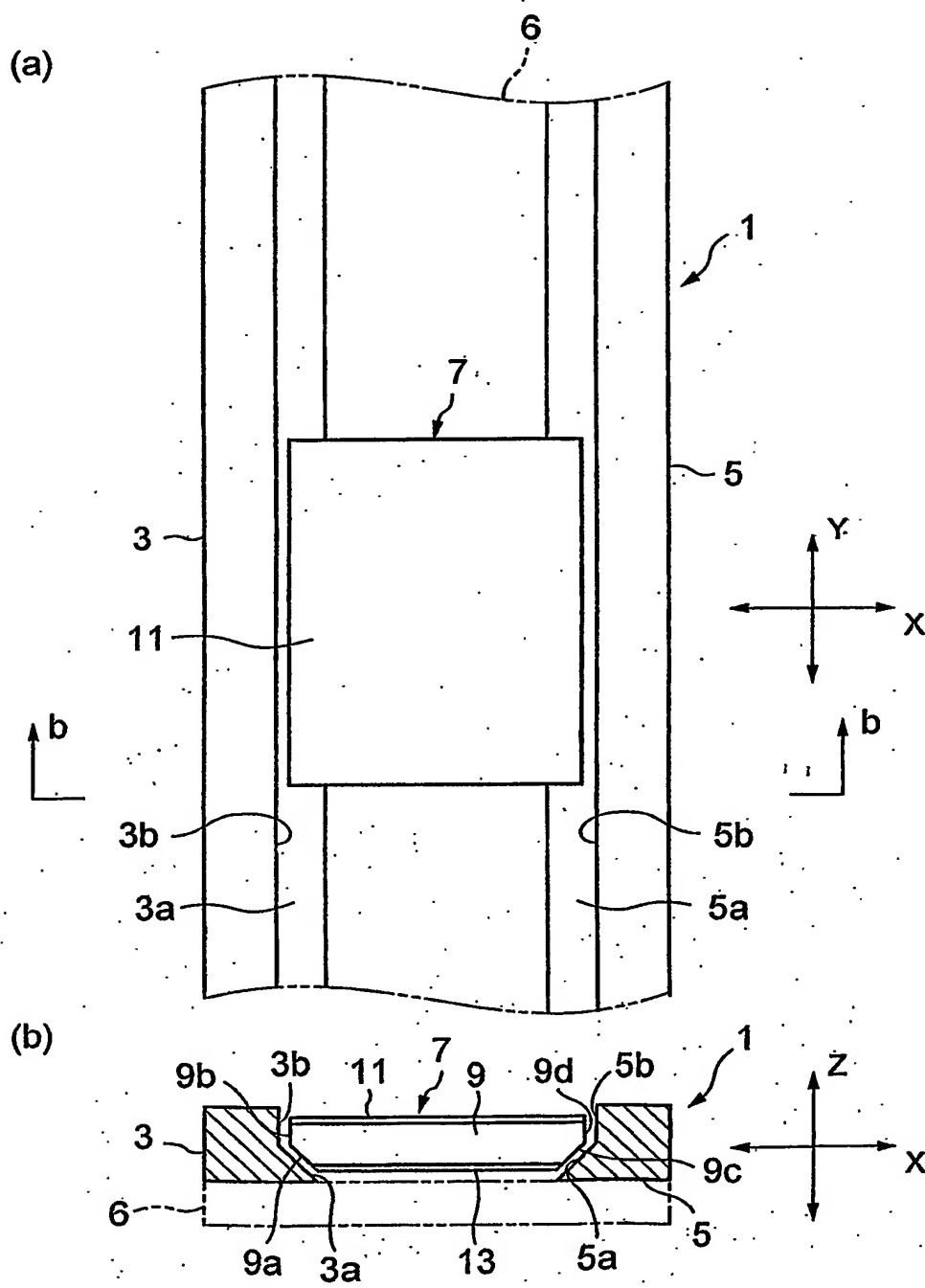
15

20

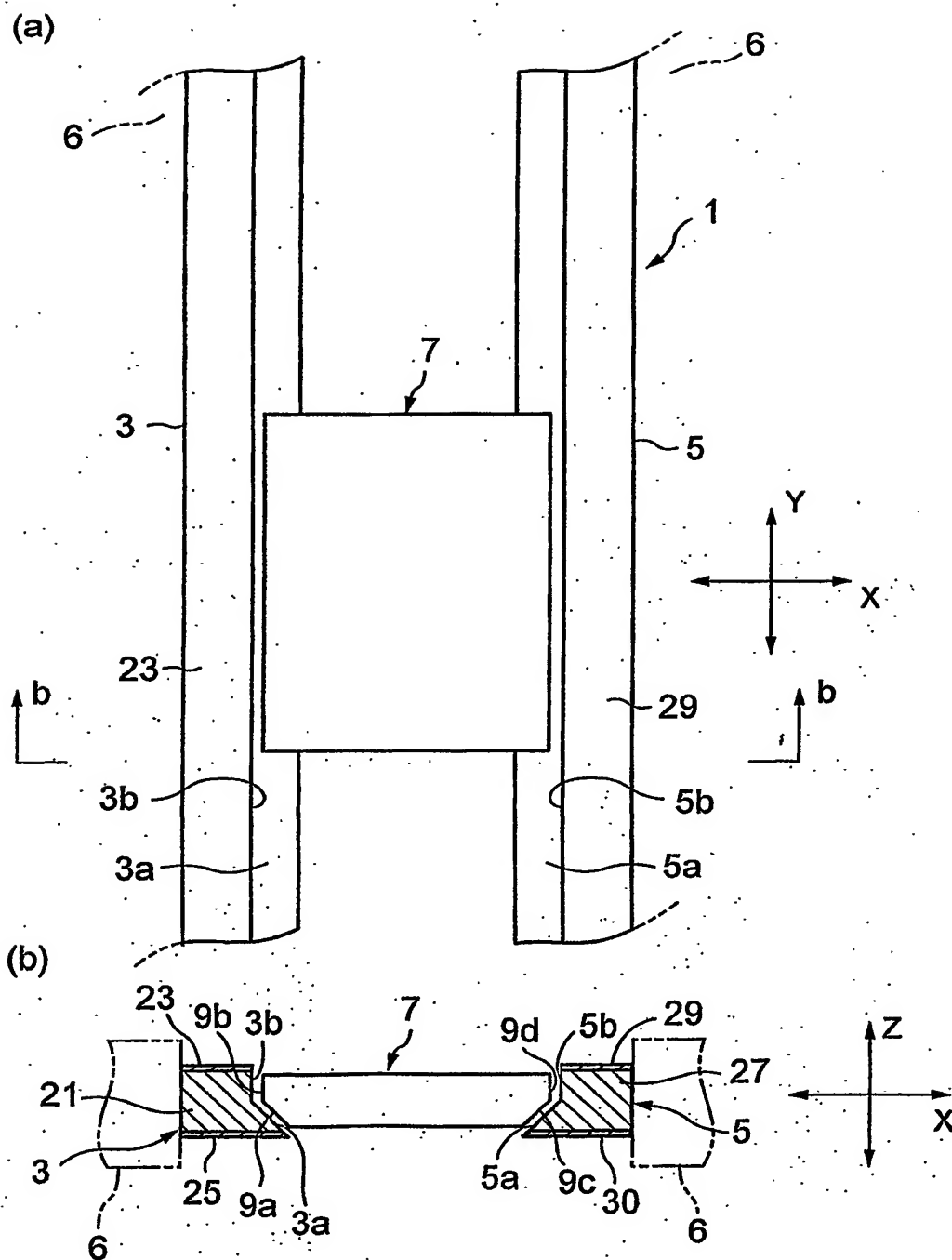
25



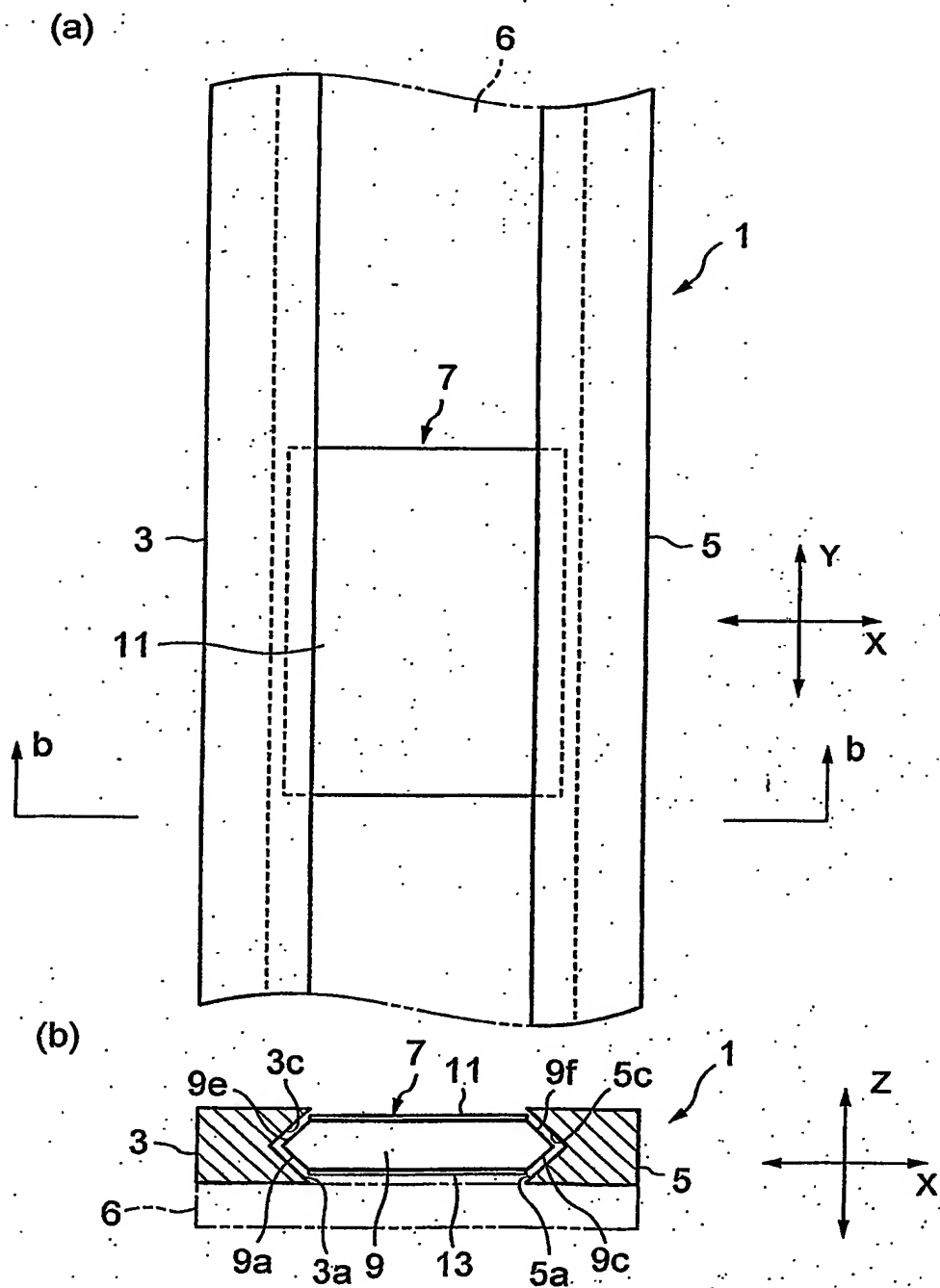
第1図



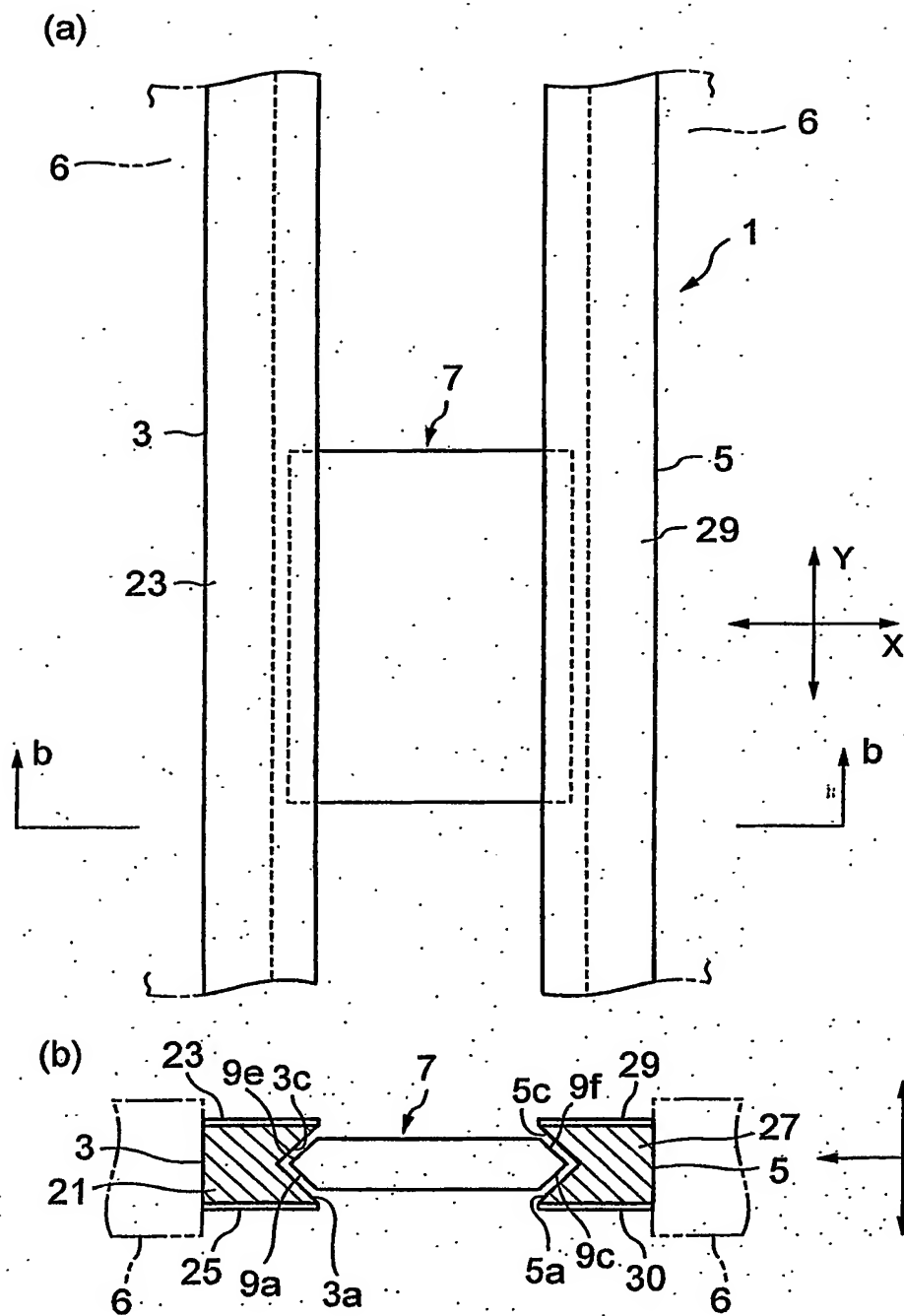
第2図



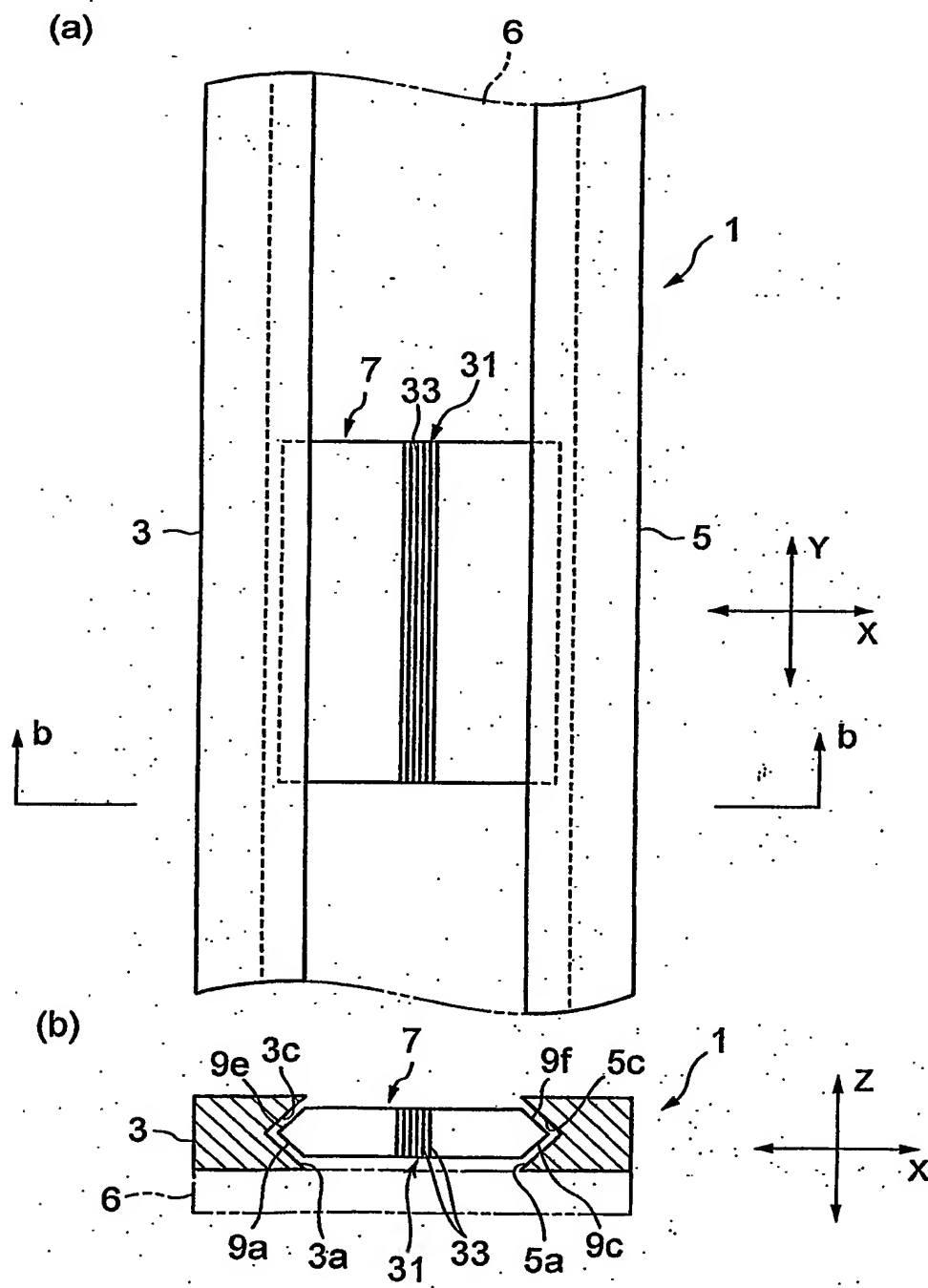
第3図



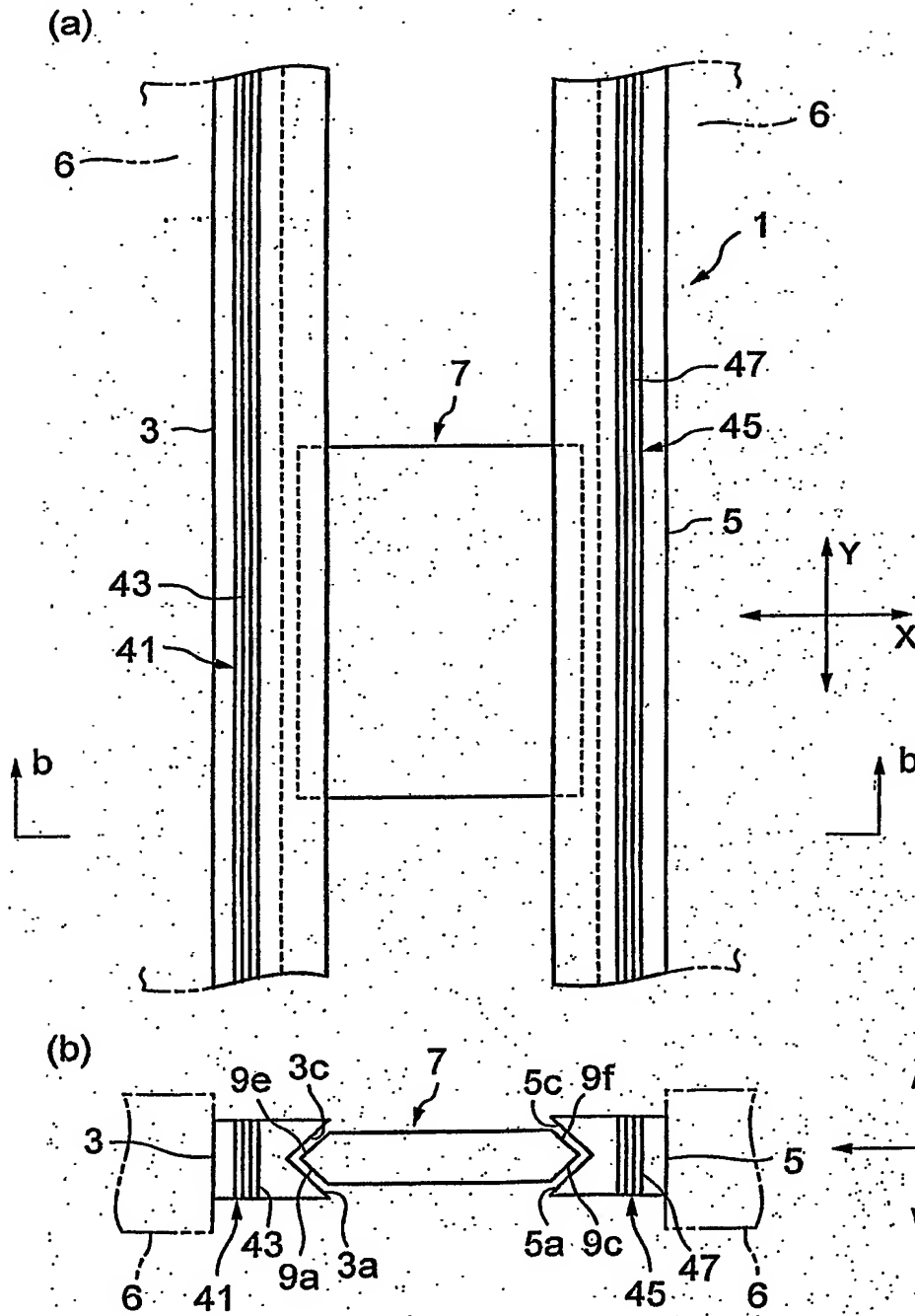
第4図



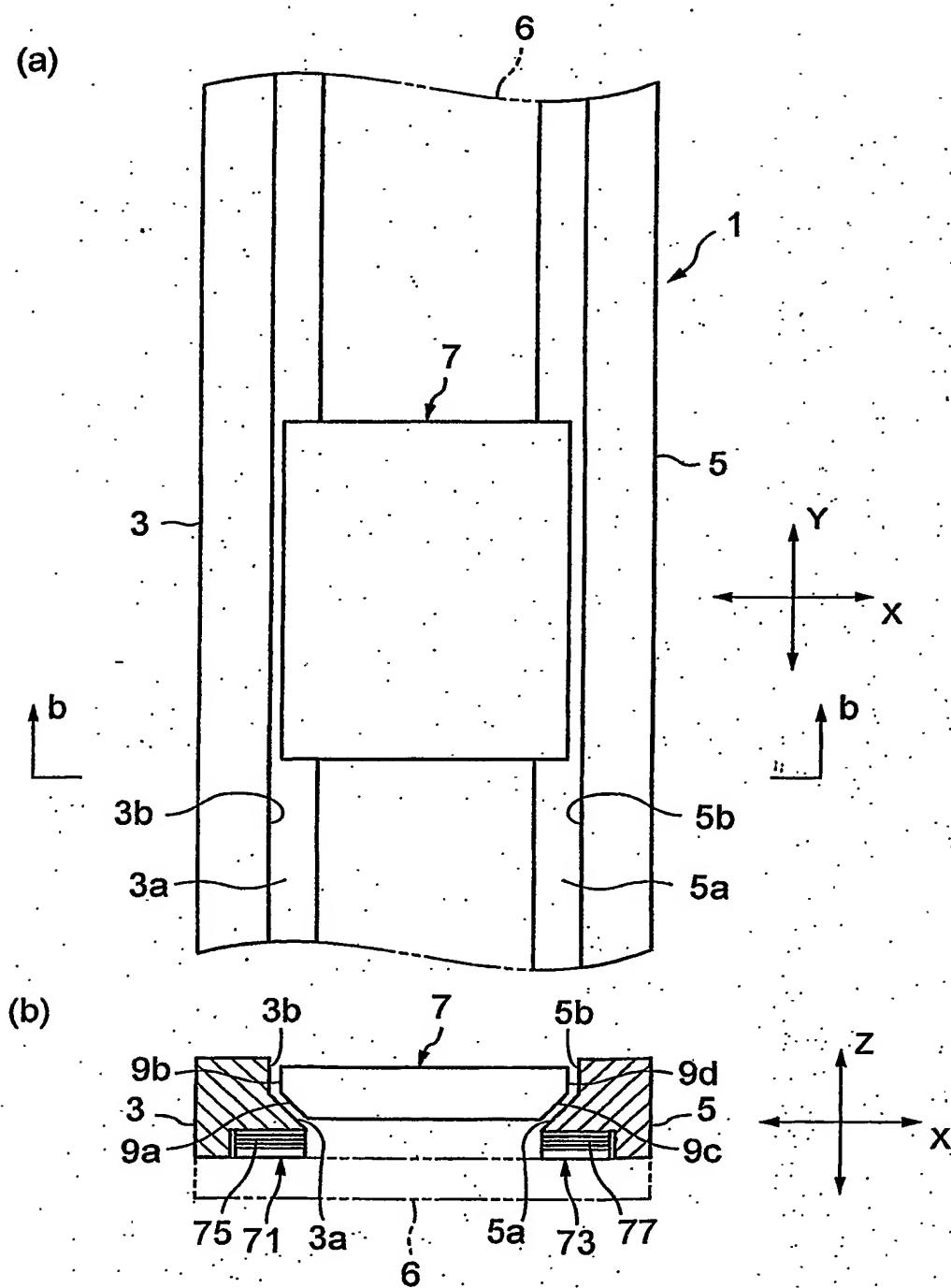
第5図



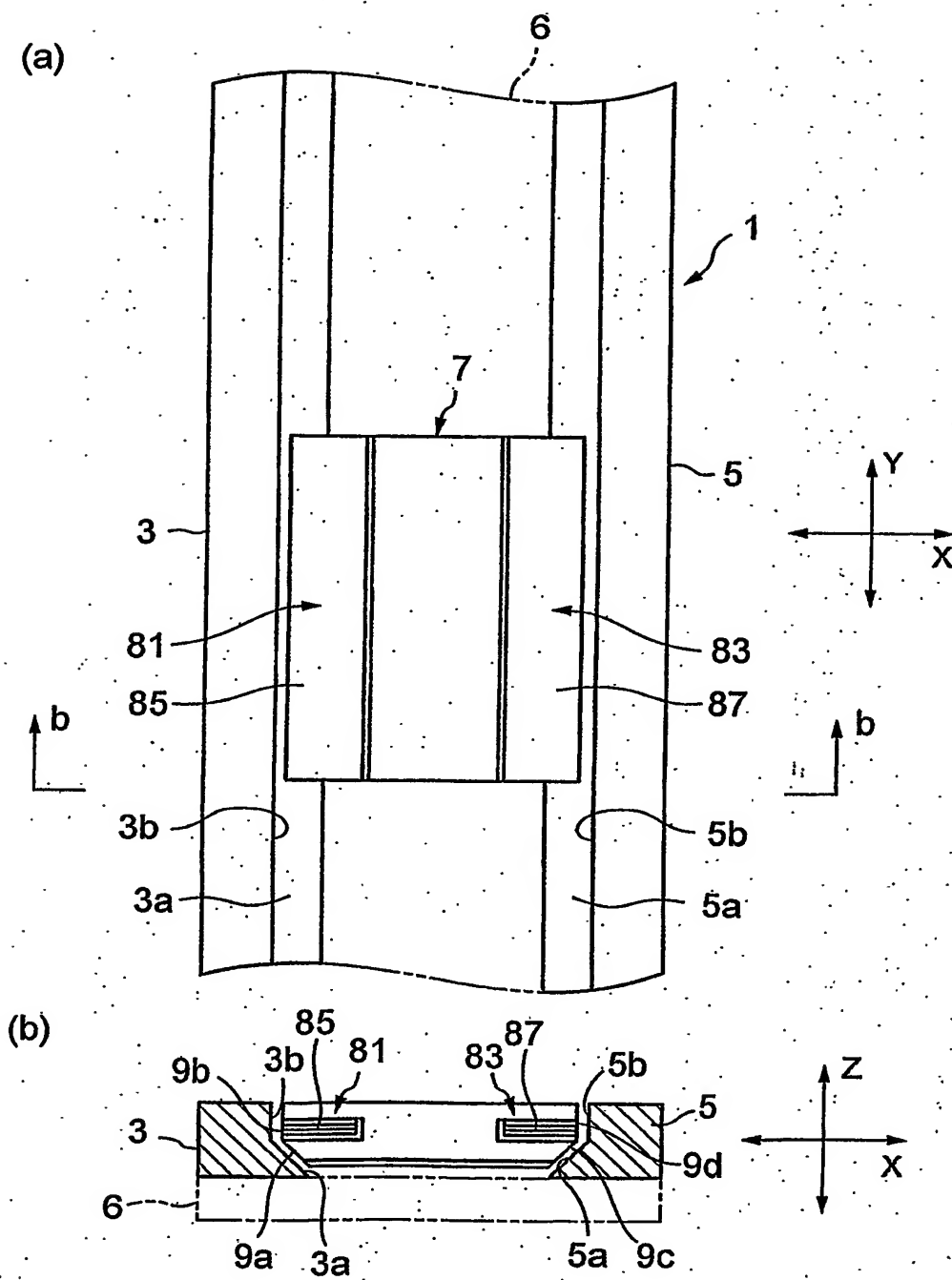
第6図



第7図

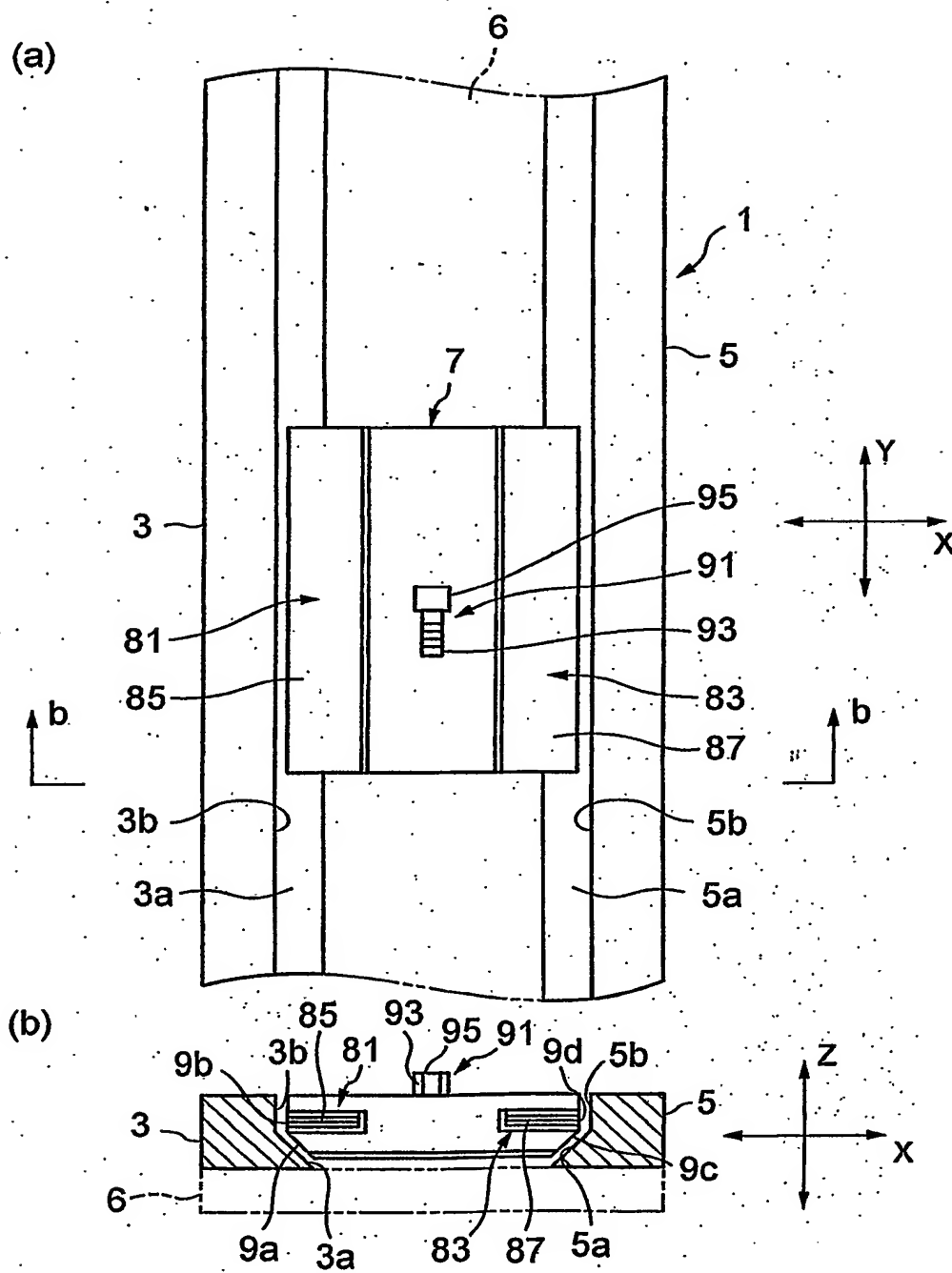


第8図



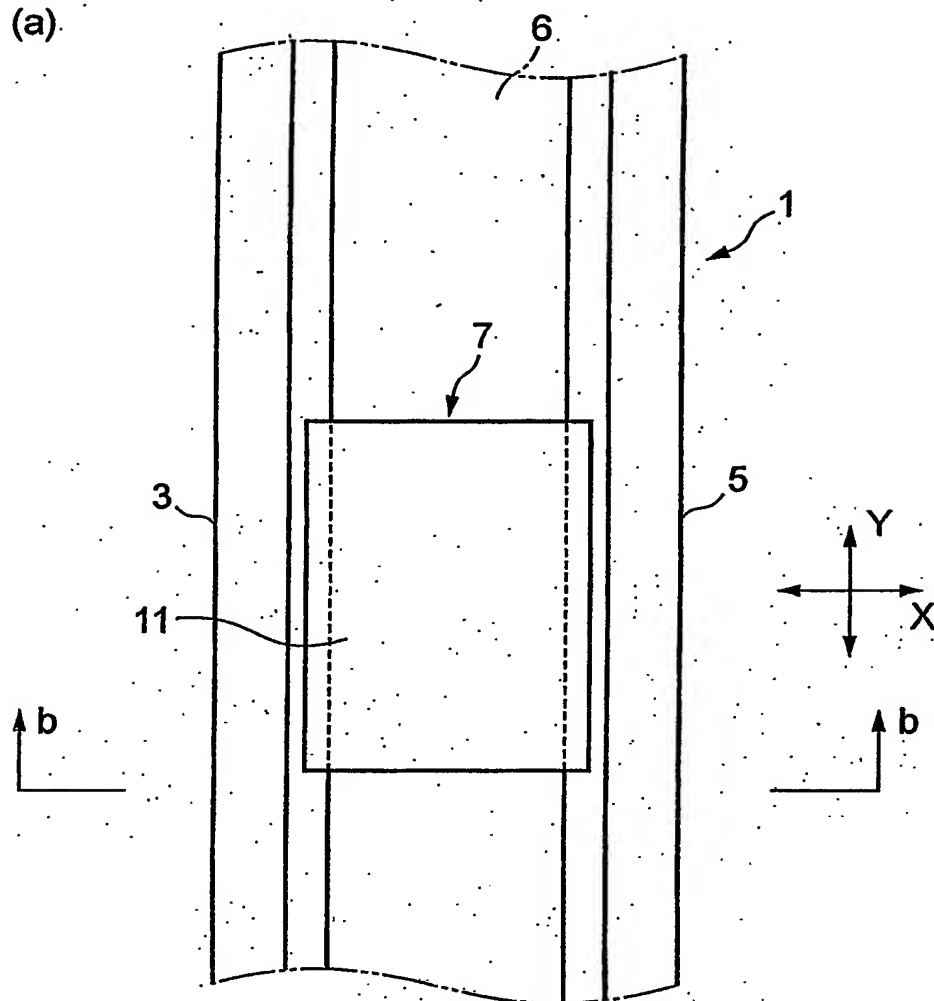


第9図

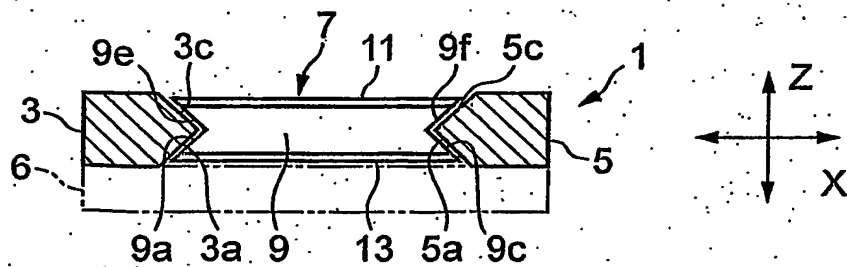


第10図

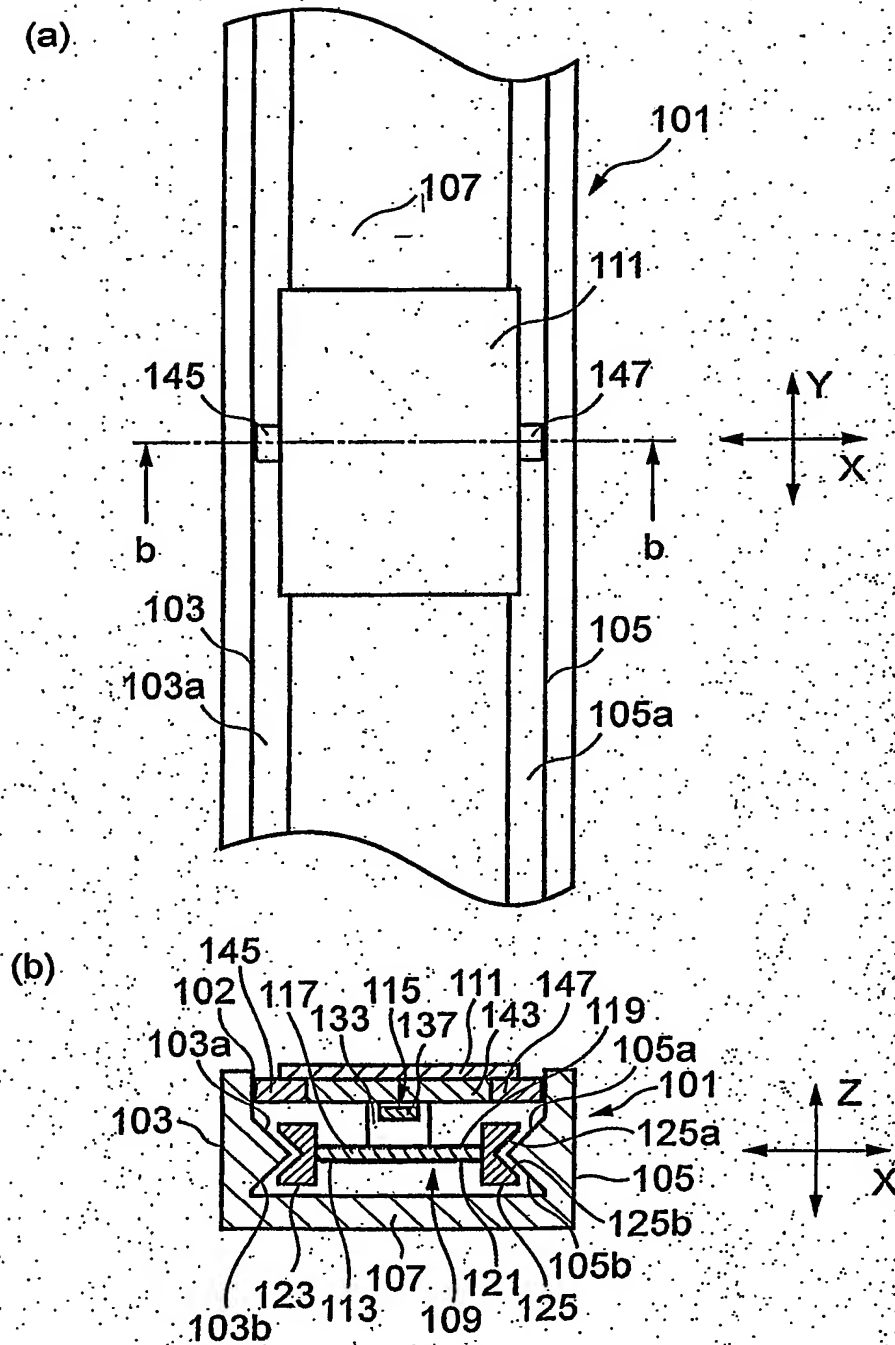
(a)



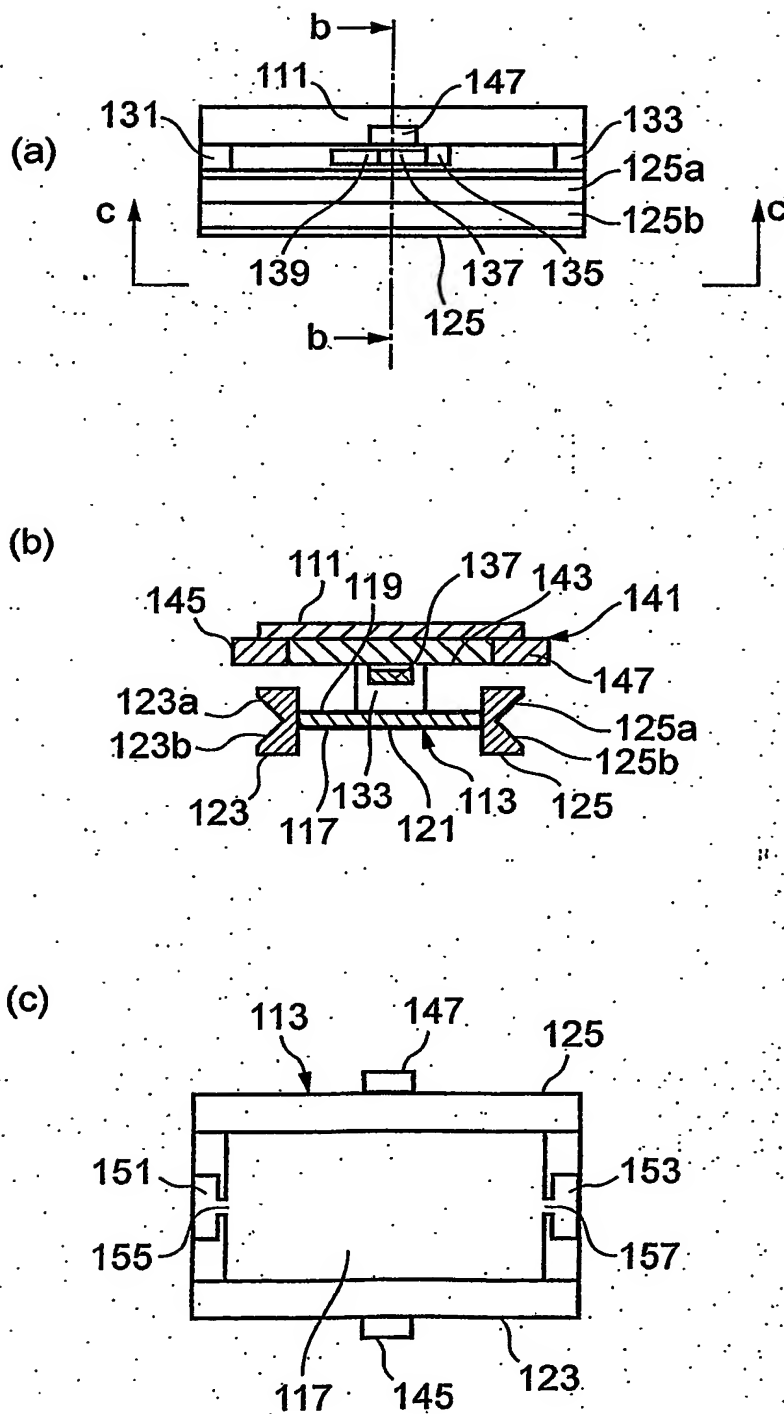
(b)



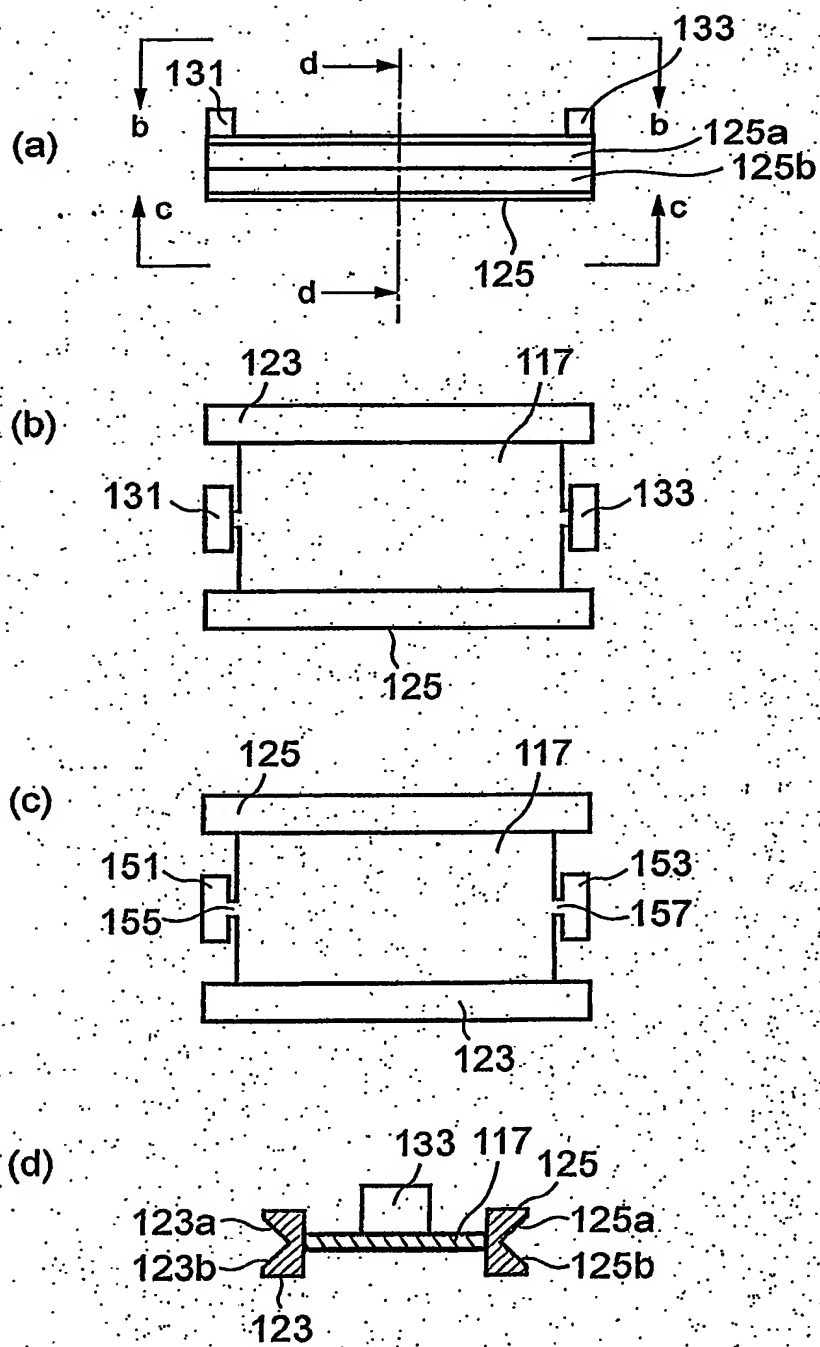
第 1 1 図



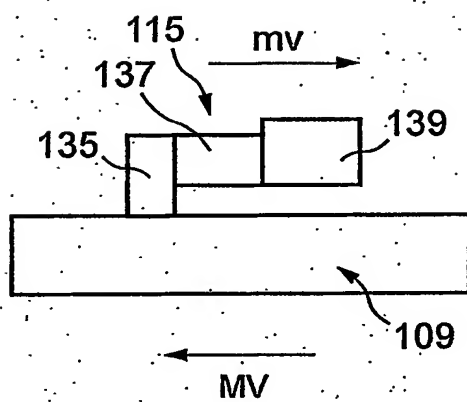
第 1 2 図



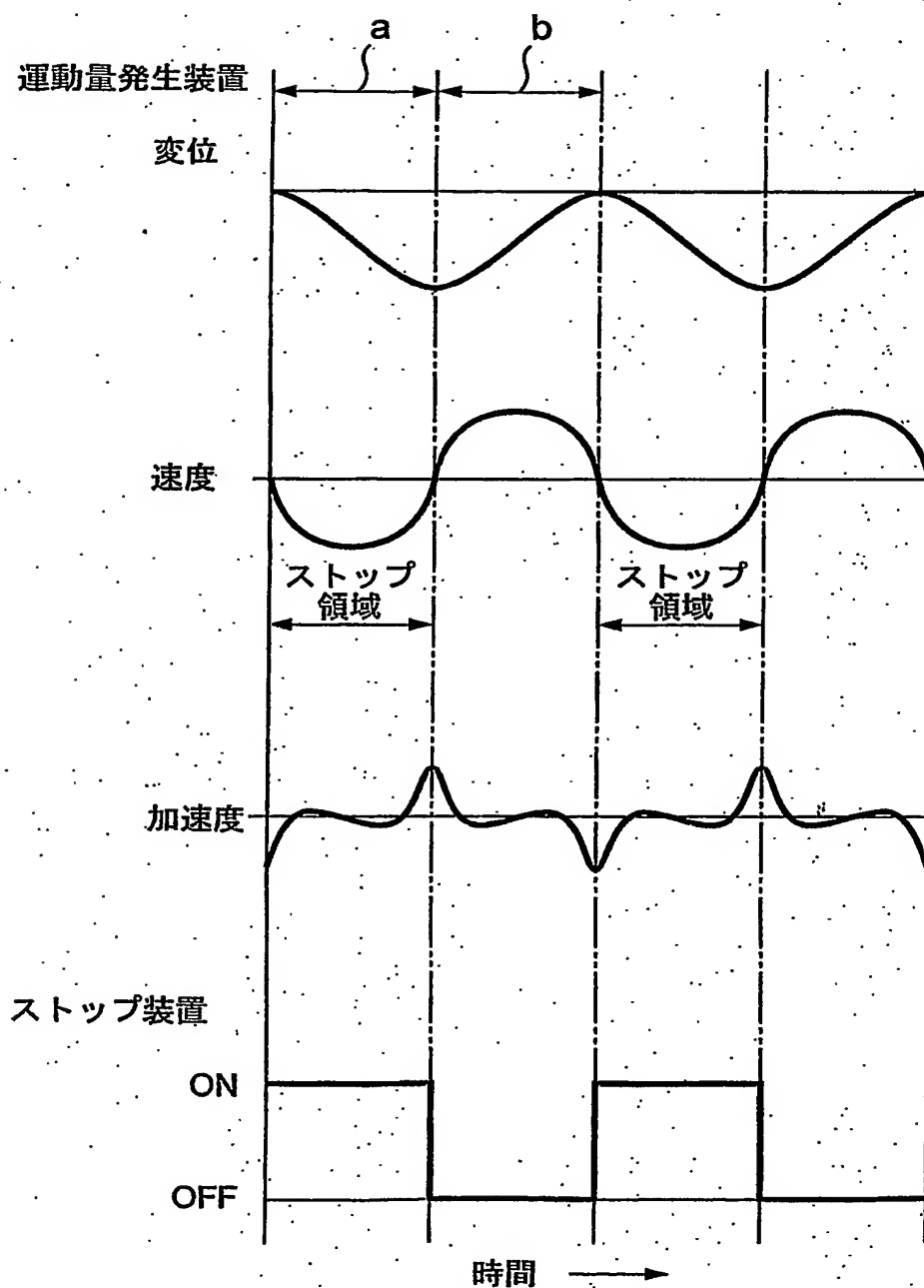
第 1 3 図



第 1 4 図

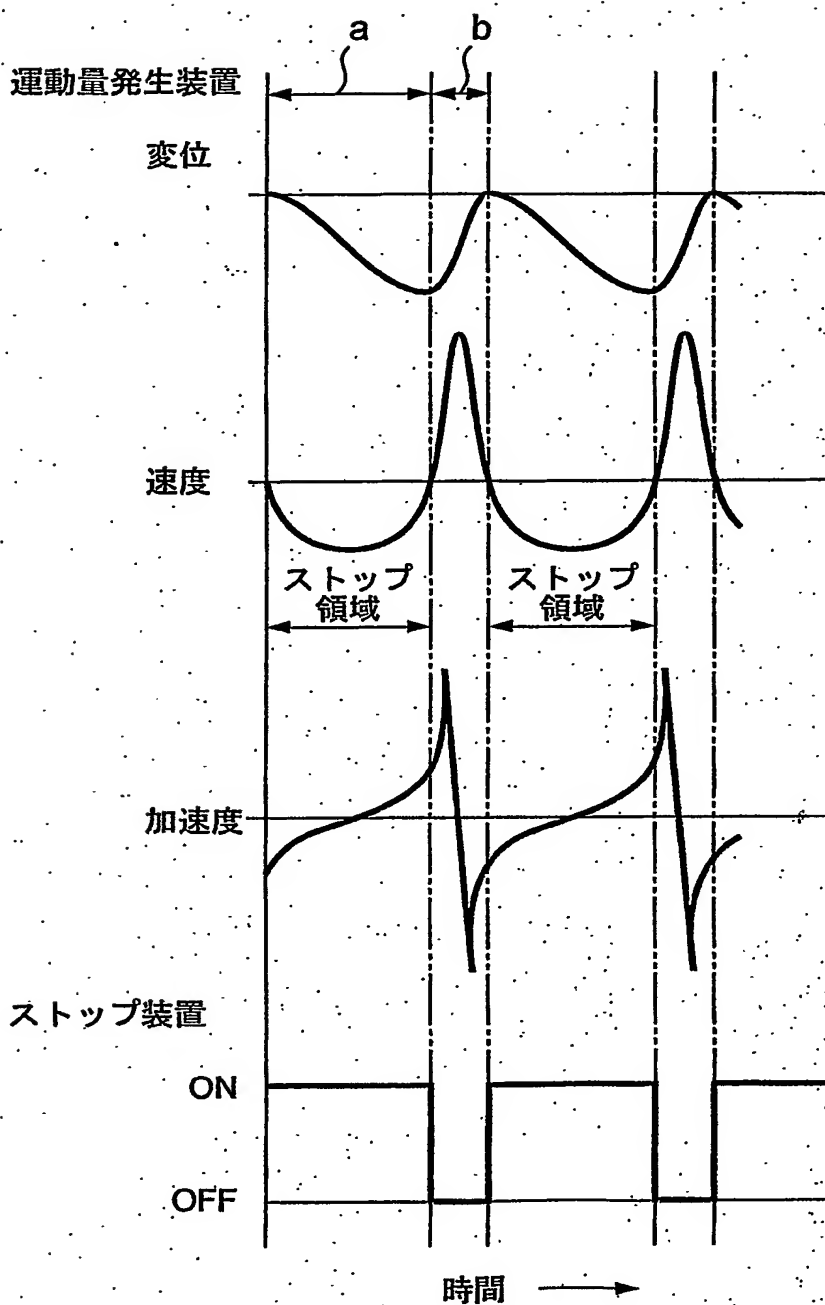


第15図



対称変位駆動波形

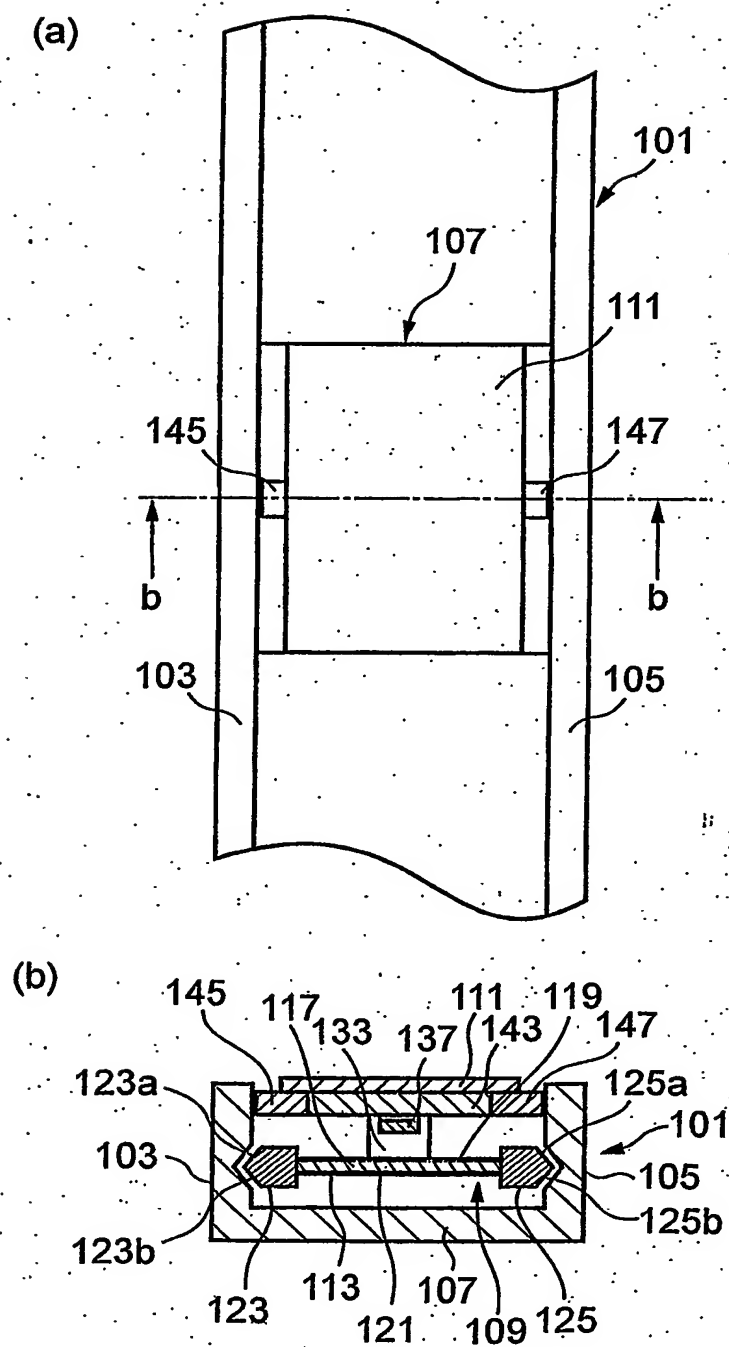
第 16 図



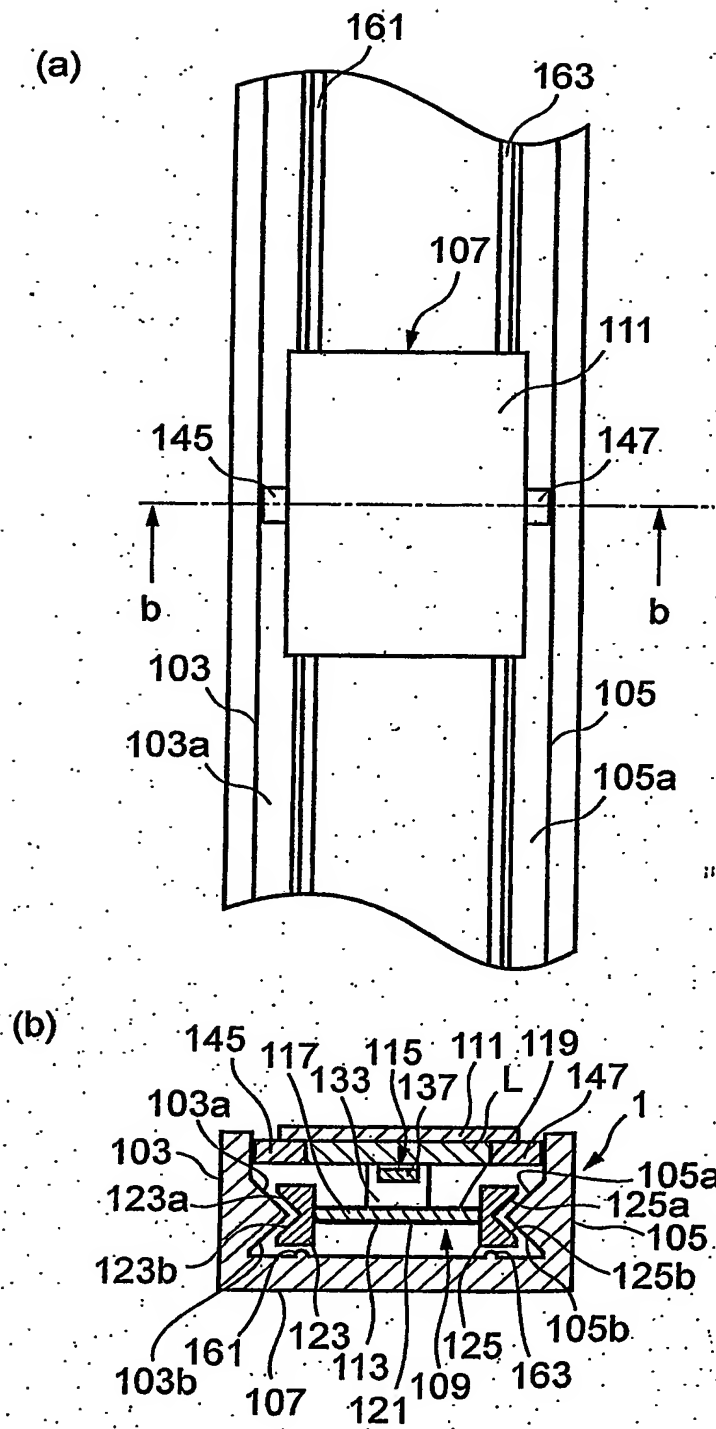
非対称変位駆動波形



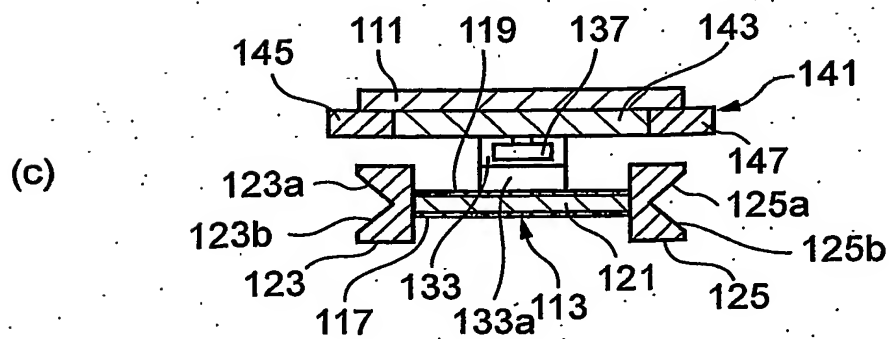
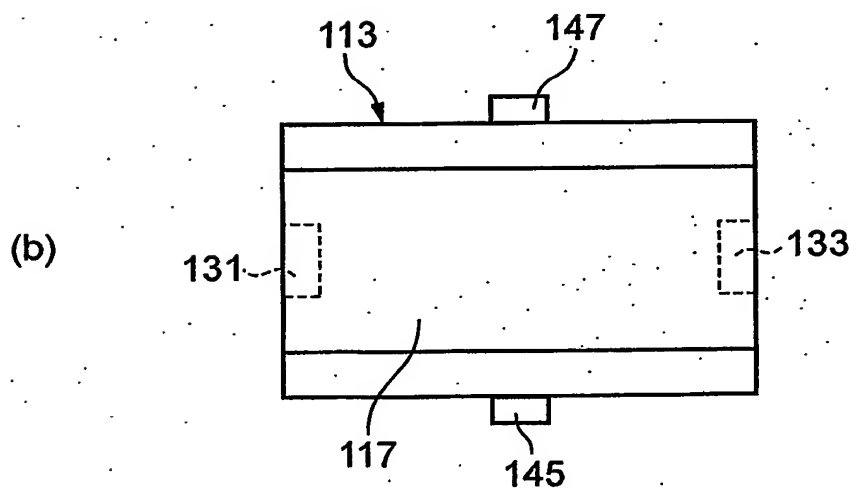
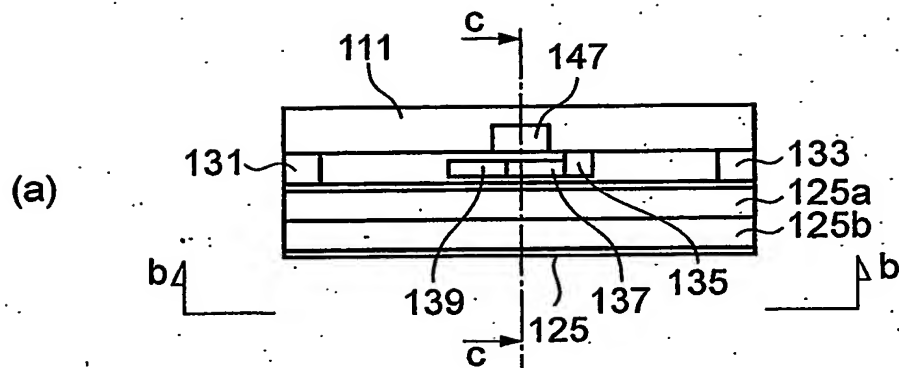
第 1 7 図



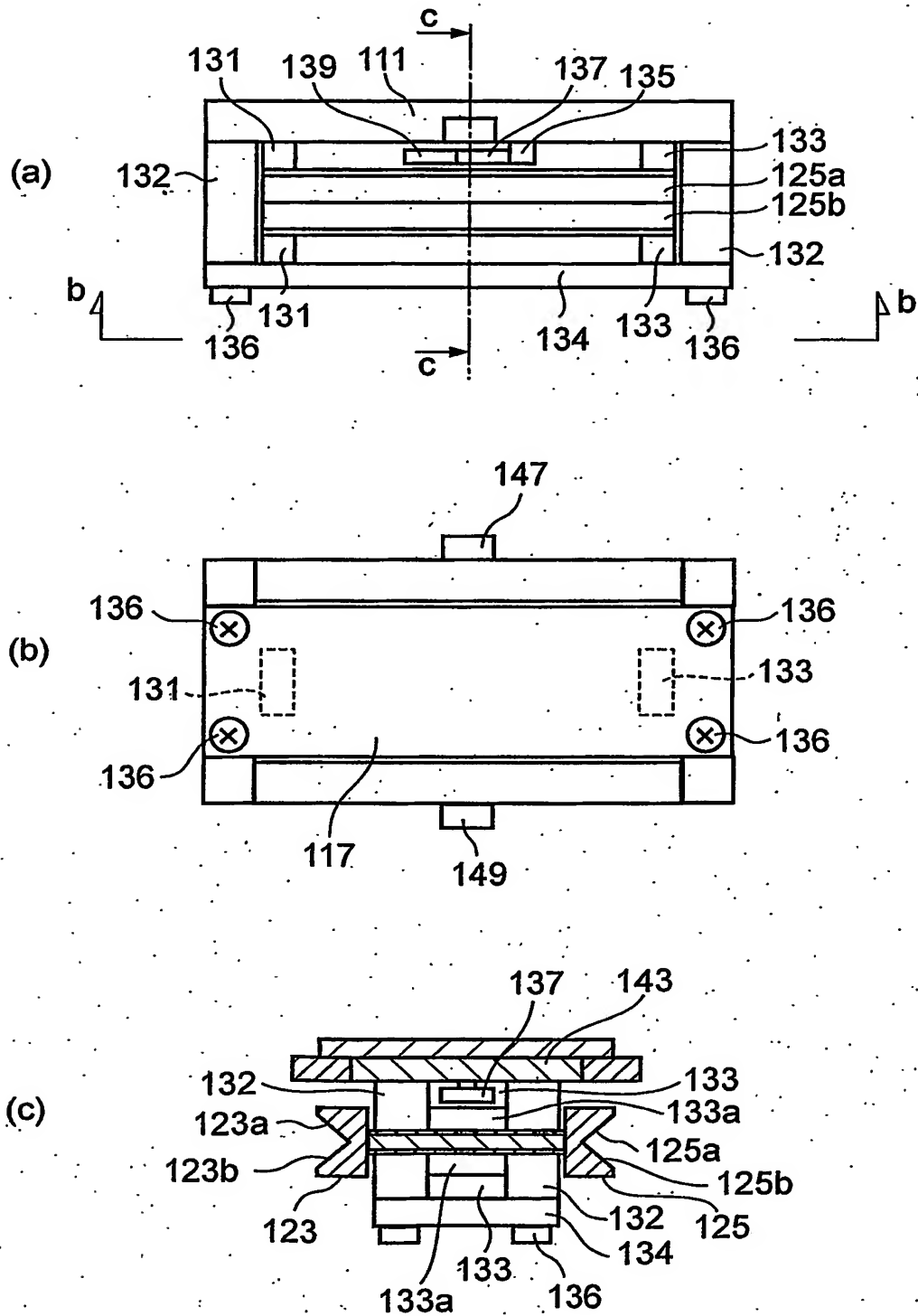
第 18 図



第 19 図

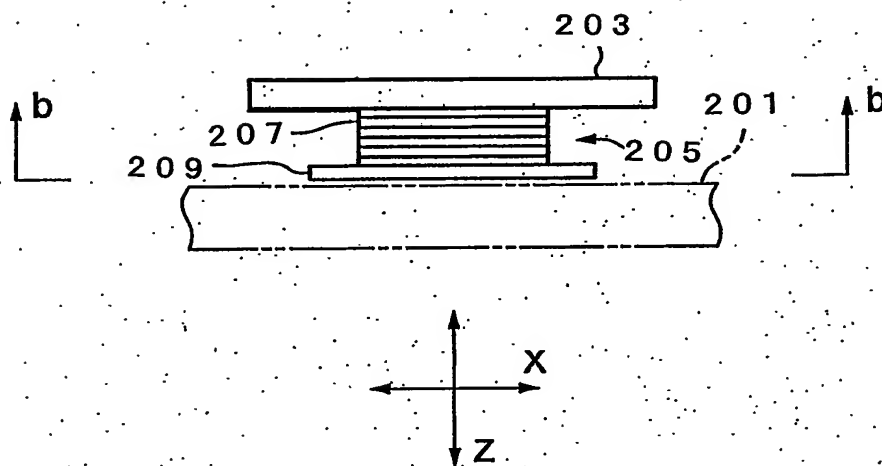


第20図

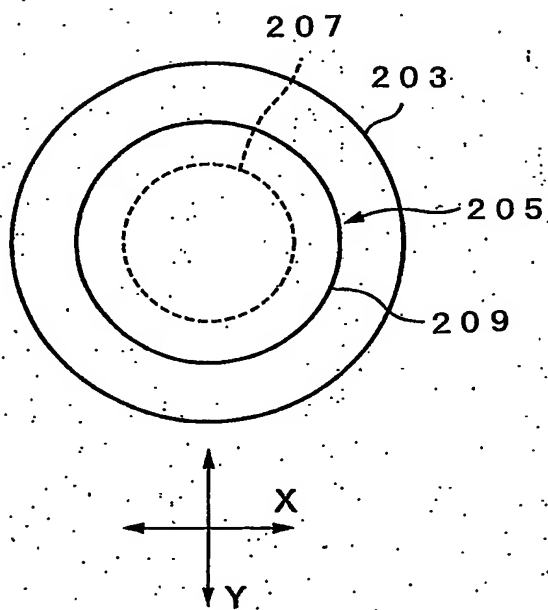


第21図

(a)

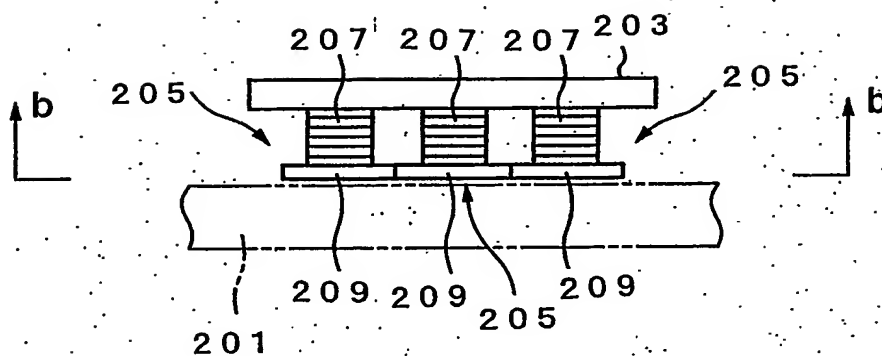


(b)

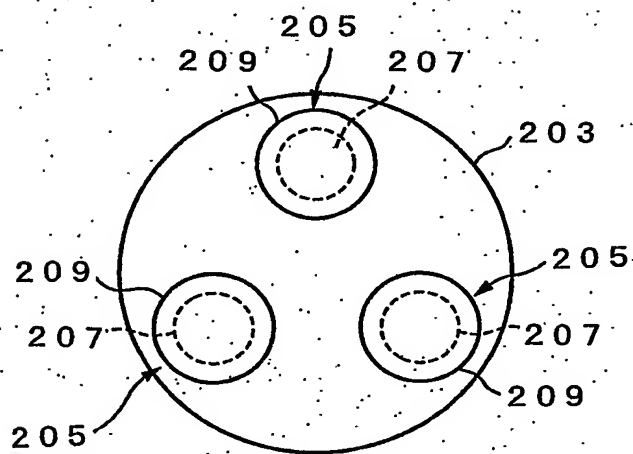


第22図

(a)

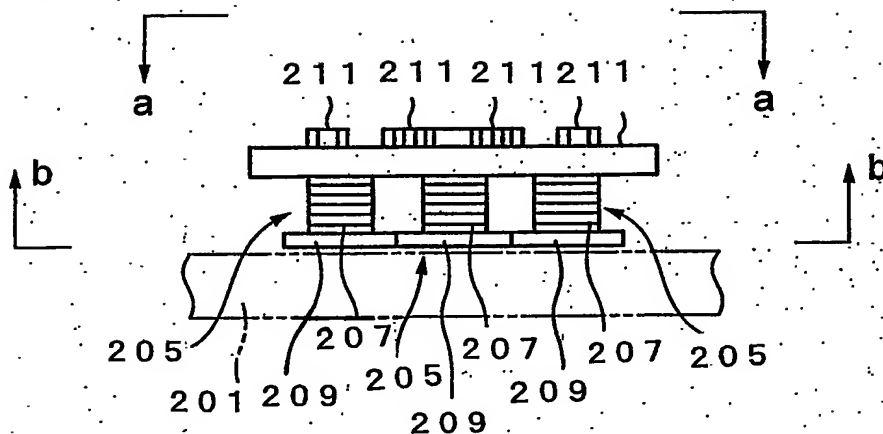


(b)

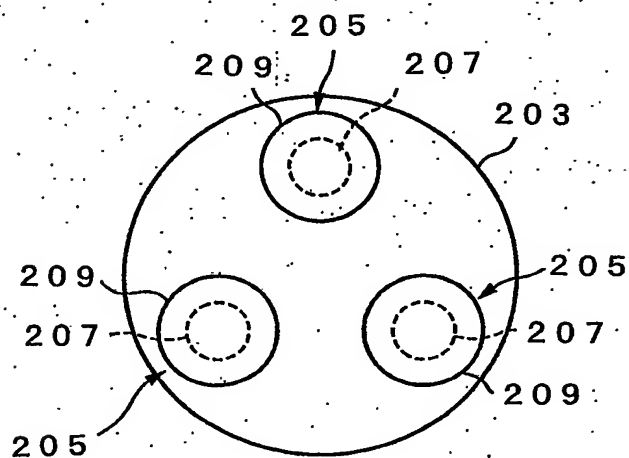


第23図

(a)

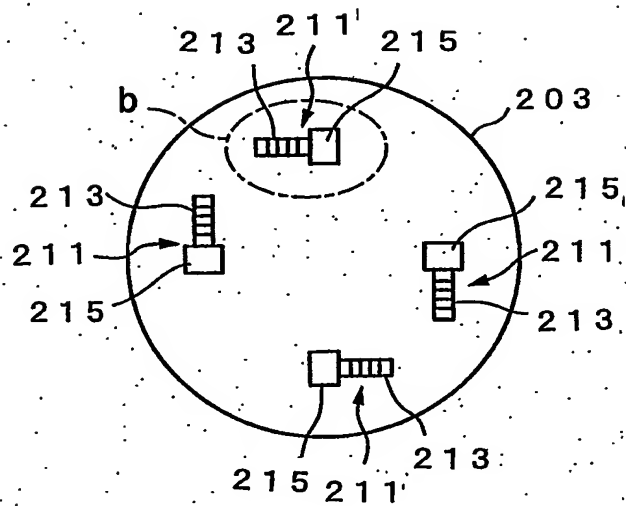


(b)

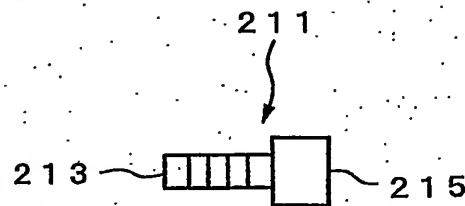


## 第24図

(a)

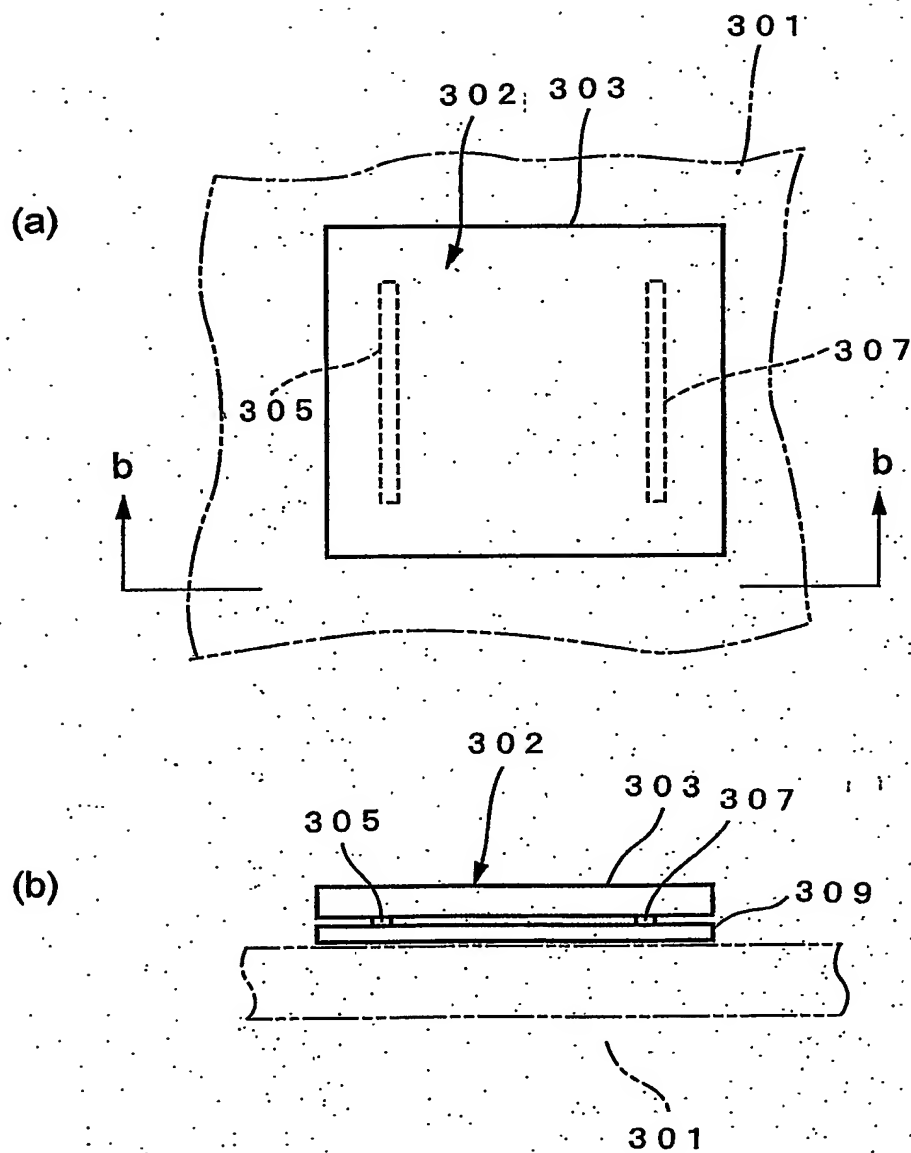


(b)

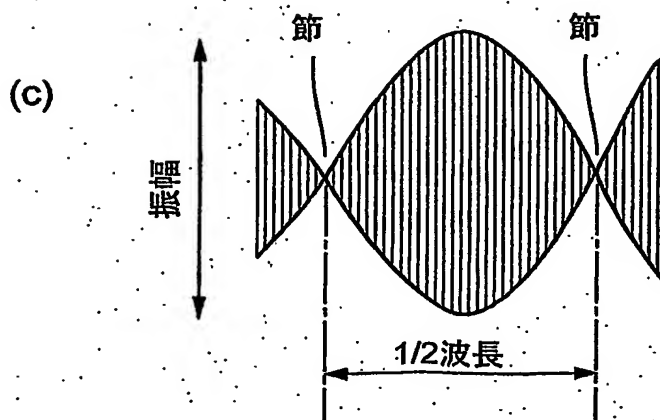
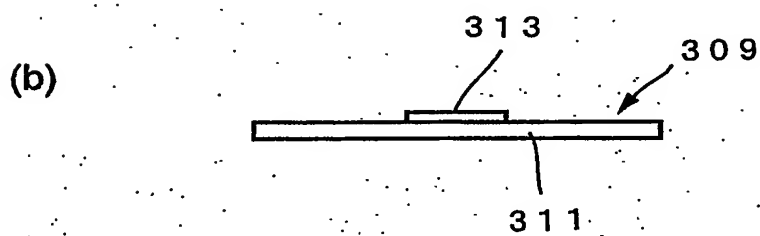
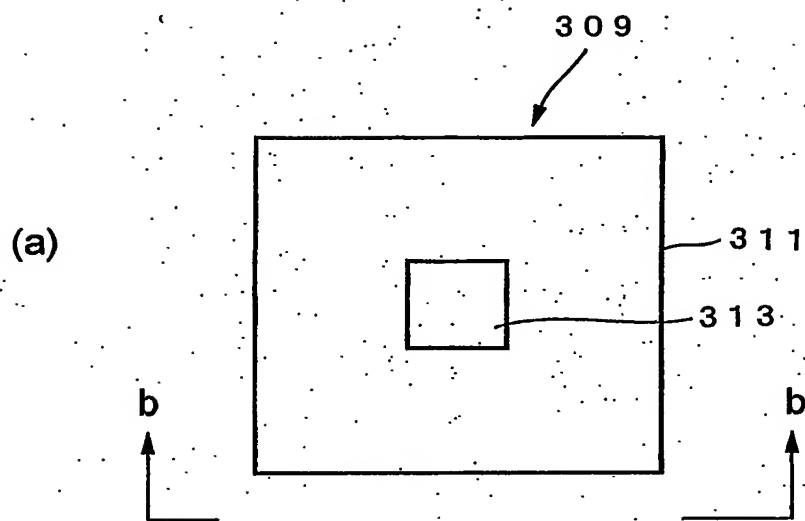




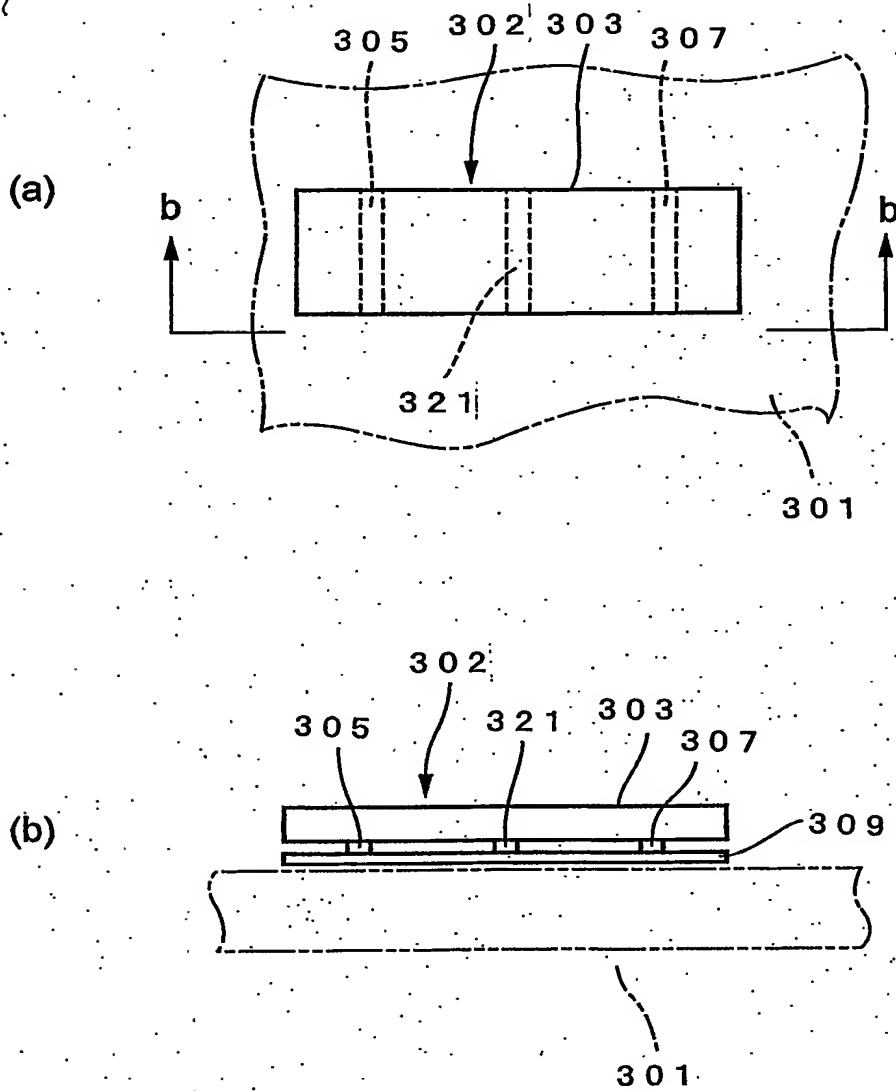
第25図



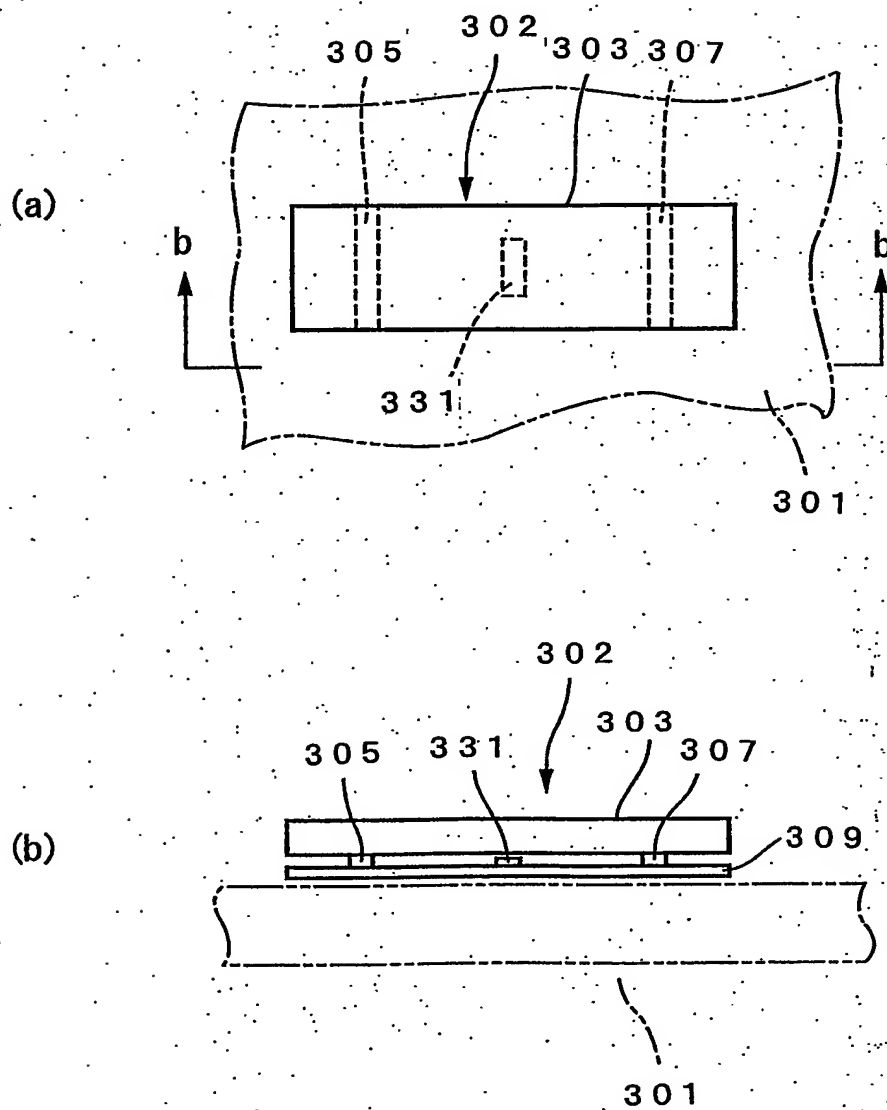
第26図



第 27 図

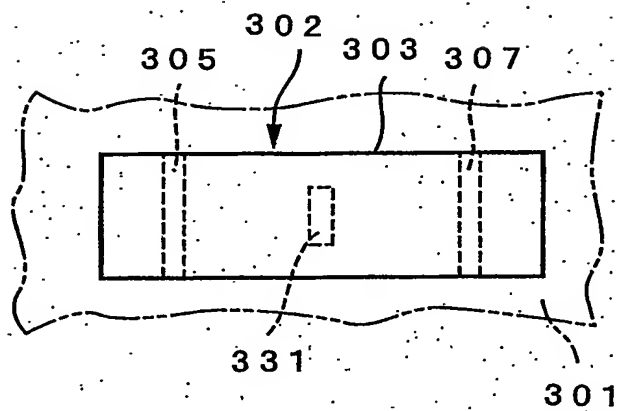


第28図

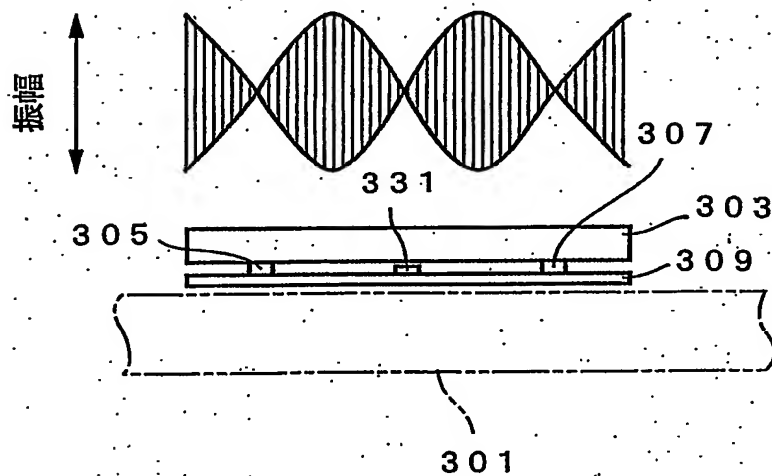


第29図

(a)

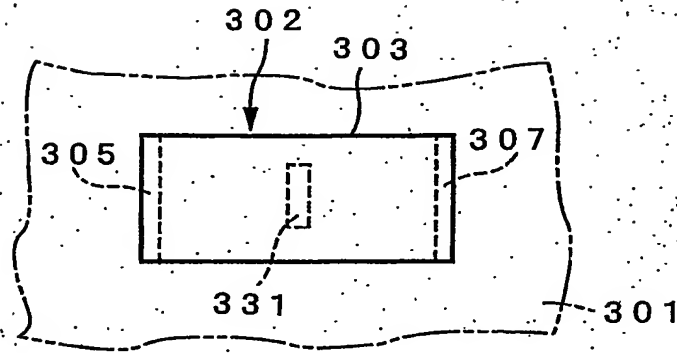


(b)

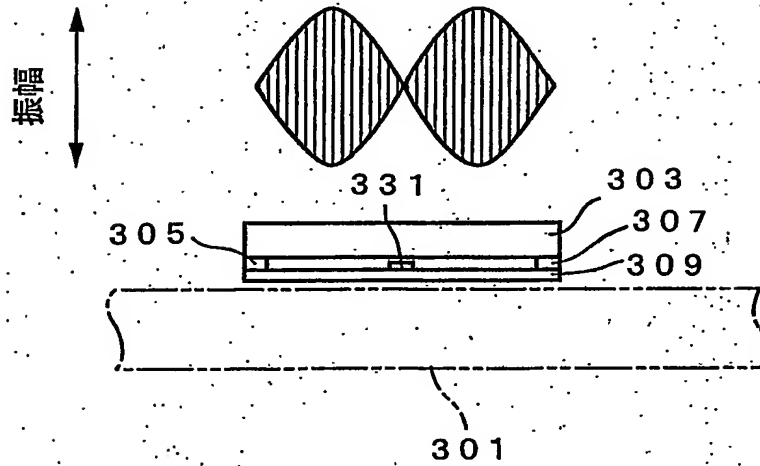


第30図

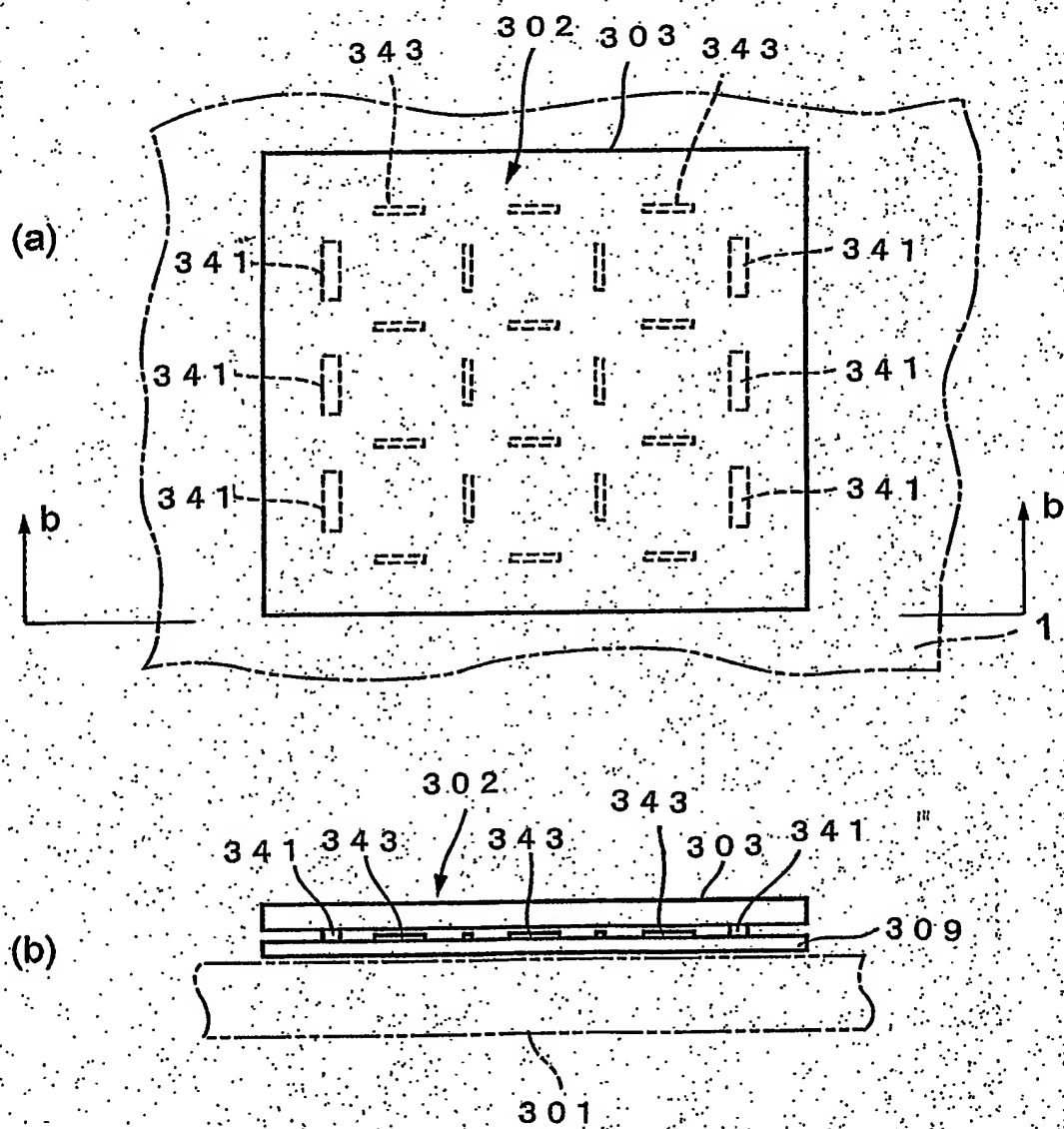
(a)



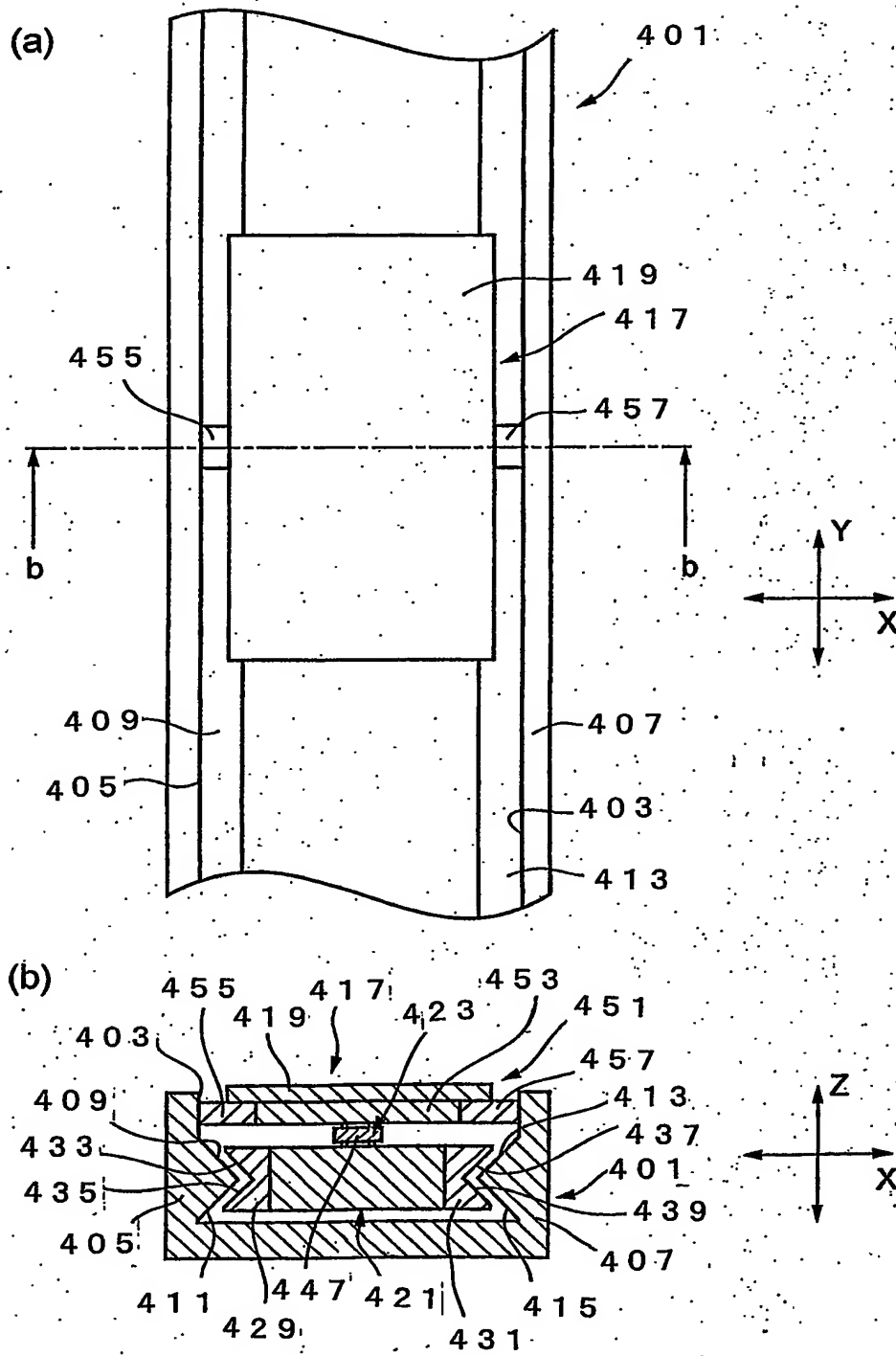
(b)



第31図

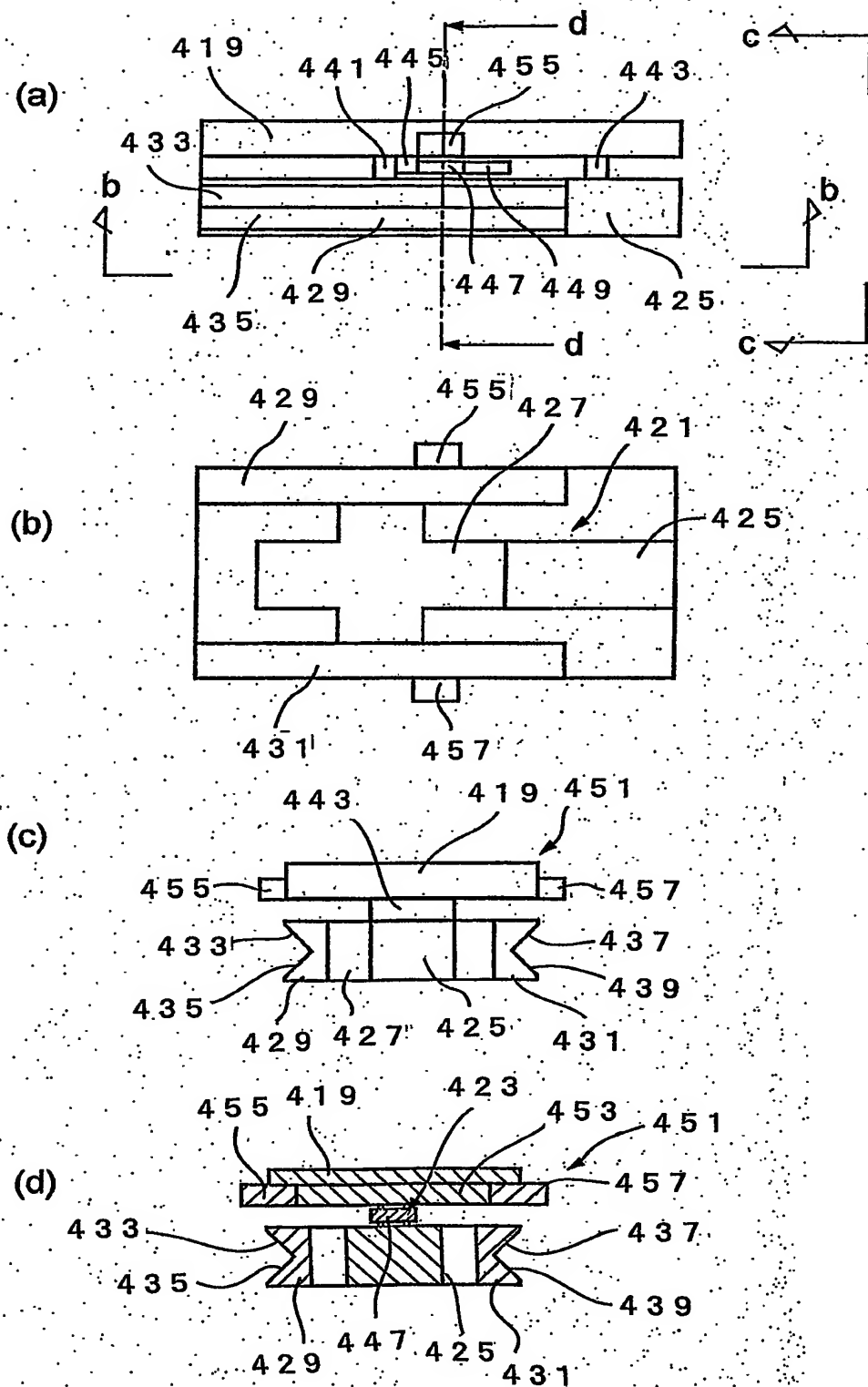


第32図

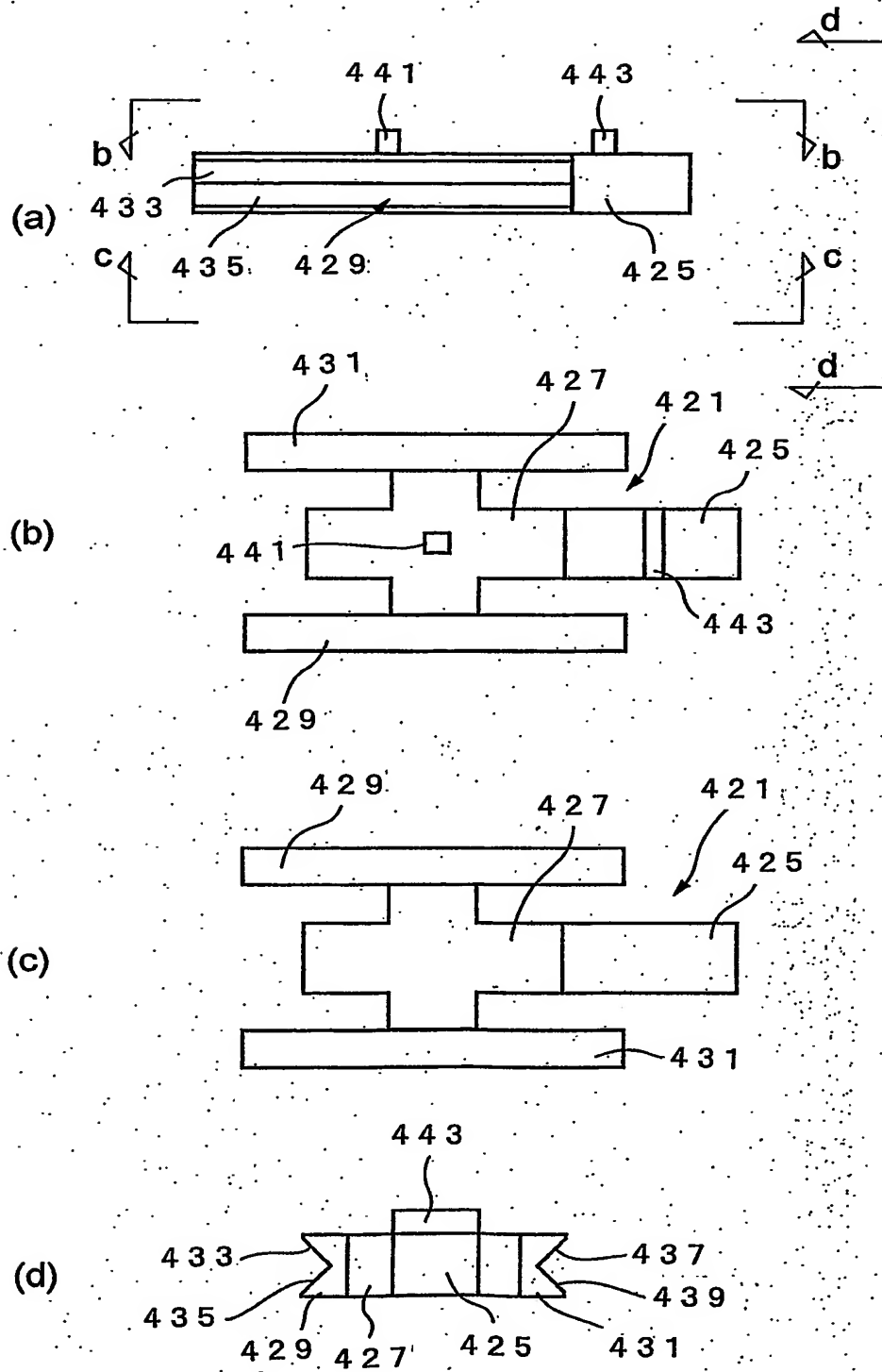




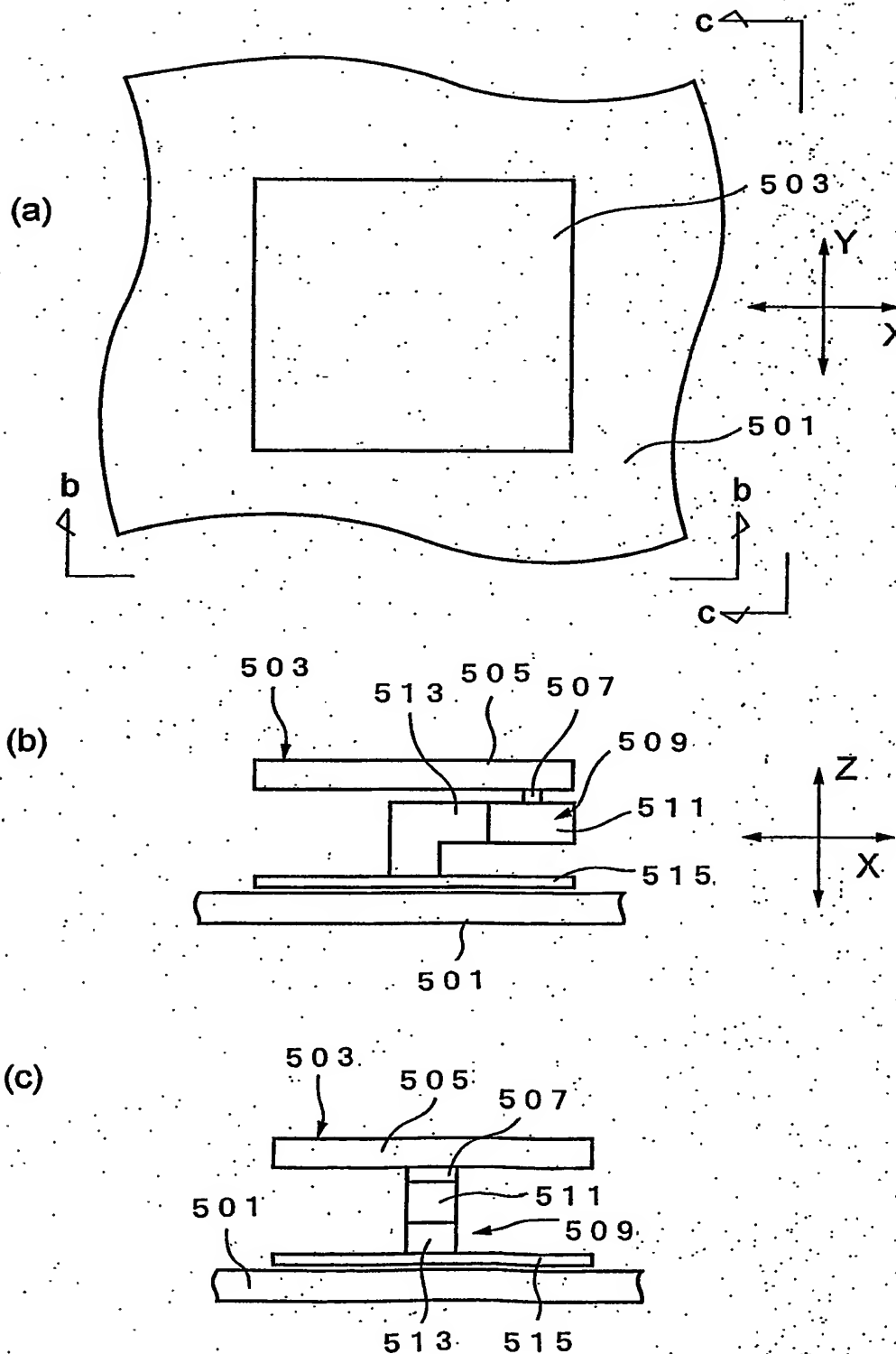
第33図



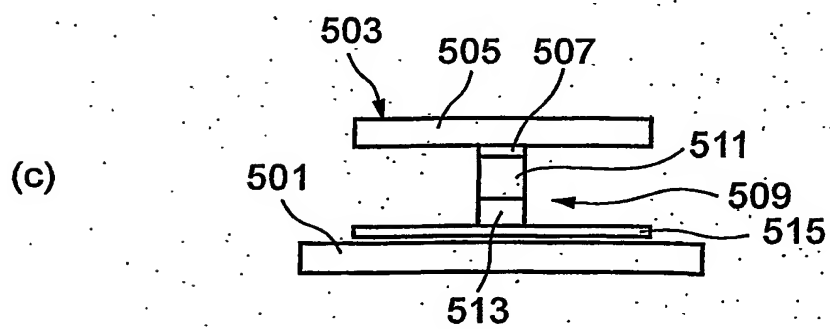
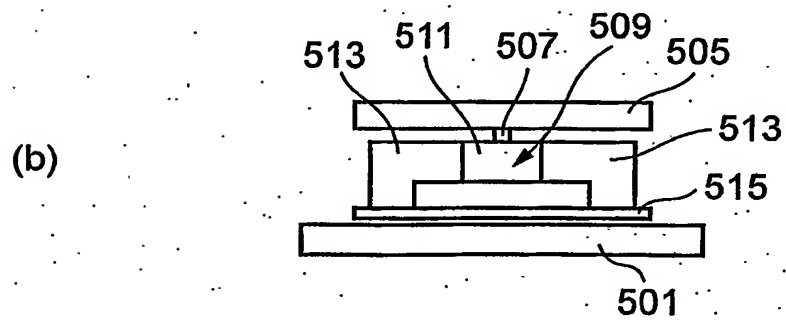
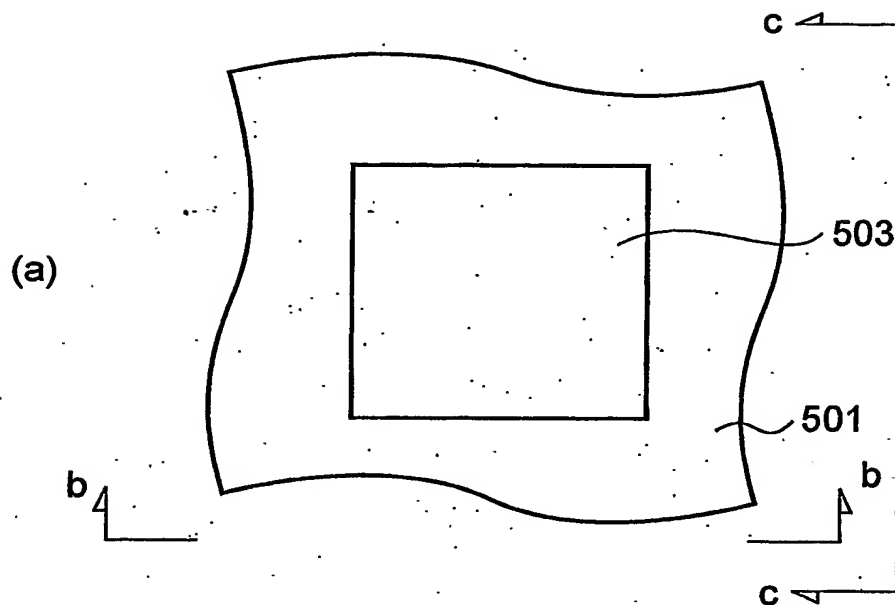
第34図



第35図



第 3 6 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/02830

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B65G27/16, 54/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B65G27/00-27/34, 54/00-54/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-208887 A (Kaijo Corp.), 03 August, 1999 (03.08.99), (Family: none)	1-7, 11-13, 15-18, 20-22, 25 8-10, 14, 19, 23, 24, 26-35
Y A	US 5810155 A (Kaijo Corp.), 22 September, 1998 (22.09.98), & JP 7-137824 A & US 5890580 A	1-7, 11-13, 15-18, 20-22, 25 8-10, 14, 19, 23, 24, 26-35
Y A	JP 63-109512 A (Yokogawa Electric Corp.), 14 May, 1988 (14.05.88), (Family: none)	1-7, 1-13, 15-18, 20-22, 25 8-10, 14, 19, 23, 24, 26-35

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
09 June, 2003 (09.06.03)

Date of mailing of the international search report  
24 June, 2003 (24.06.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/02830

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3-139180 A (Brother Industries, Ltd.), 13 June, 1991 (13.06.91), (Family: none)	6, 7, 11-13, 15-18, 21, 22, 25
Y	JP 7-196127 A (Kaijo Corp.), 01 August, 1995 (01.08.95), (Family: none)	11-13, 15, 20-22, 25

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B65G 27/16, 54/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B65G 27/00 - 27/34, 54/00 - 54/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-208887 A (株式会社カイジョー) 1999. 08. 03 (ファミリーなし)	1-7, 11-13, 15-18, 20-22, 25
A		8-10, 14, 19, 23, 24, 26-35
Y	US 5810155 A (Kaijo Corporation) 1998. 09. 22 & JP 7-137824 A & US 5890580 A	1-7, 11-13, 15-18, 20-22, 25
A		8-10, 14, 19,

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 06. 03

国際調査報告の発送日

24.06.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

黒石 孝志



3 F

9527

電話番号 03-3581-1101 内線 3351

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
		23, 24, 26-35
Y	JP 63-109512 A (横河電機株式会社) 1988. 05. 14 (ファミリーなし)	1-7, 11-13, 15-18, 20-22, 25
A		8-10, 14, 19, 23, 24, 26-35
Y	JP 3-139180 A (ブラザー工業株式会社) 1991. 06. 13 (ファミリーなし)	6, 7, 11-13, 15-18, 21, 22, 25
Y	JP 7-196127 A (株式会社カイジョー) 1995. 08. 01 (ファミリーなし)	11-13, 15, 20-22, 25